AUS FERNEN WELTEN

VON

BRUNO H. BÜRGEL

EINE VOLKSTÜMLICHE HIMMELS-KUNDE

31761 07550503 2

Handle with
EXTREME CARE
This volume is damaged or brittle and *CANNOT* be repaired!
- photocopy *only if necessary*
- return to staff
- *do not* put in bookdrop

Gerstein Science Information Centre

Presented to the

LIBRARY *of the*

UNIVERSITY OF TORONTO

by

RABBI
W. GUNTHER PLAUT

Aus fernen Welten

Aus fernen Welten

Eine volkstümliche Himmelskunde

von

Bruno H. Bürgel

*

64.–73. Tausend
Mit zahlreichen Abbildungen

Im Verlag Ullstein · Berlin

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1920 by Ullstein u. Co., Berlin
Printed in Germany

Dem Andenken
meines Lehrers und Förderers

Dr. M. Wilh. Meyer

vormals erster Astronom der Genfer Sternwarte
Gründer der Berliner „Urania"
* 15. Dez. 1853 zu Braunschweig · † 17. Dez. 1910 in Meran

in Dankbarkeit gewidmet

Der Verfasser

*

Vorwort

Die Astronomie, die Wissenschaft von den leuchtenden Sternen, fern im Raum, hat von jeher das Interesse aller Menschen erregt, die über den Alltag hinwegdenken. Aller menschlichen Unvollkommenheit und allem irdischen Kampf und Leid entrückt, tut sich da die Erhabenheit des Unendlichen und Ewigen auf.

Die große Katastrophe, die wie eine jener umwälzenden Naturerscheinungen der Vorzeit über die Menschheit hereinbrach, und deren letzte Auswirkungen längst noch nicht beendet sind, hat die Menschheit aus einer gewissen satten Behaglichkeit aufgestört, hat in Abgründe schauen lassen und menschliche Kleinheit und Unzulänglichkeit in erschreckender Weise zum Bewußtsein gebracht. Es konnte nicht ausbleiben, daß diese Katastrophe sehr breite Schichten in allen Völkern ernst und nachdenklich stimmte, anregte, wieder tiefer über die großen Fragen nachzudenken, die die Menschheit mit der Allnatur und dem Unbekannten, Unergründlichen verbindet, das der philosophische Betrachter hinter ihr ahnt. Der Geist der Besinnlichkeit, das Interesse an philosophischen, religiösen, okkulten Problemen ist so stark erwacht, wie wir es in unserm — der Verinnerlichung nicht gerade günstigen — Maschinenzeitalter kaum erwarten konnten, und hat breite Volksmassen ergriffen.

Im Zusammenhang damit steht auch das stark angewachsene Interesse für astronomische Fragen und für die großen Probleme des Weltwerdens und Weltvergehens. Obgleich seit einem Vierteljahrhundert in Wort und Schrift als Verbreiter astronomischer und naturphilosophischer Erkenntnisse tätig, habe ich nie zuvor in den weitesten Schichten unsres Volkes ein so ungewöhnlich starkes Streben nach Wissen in diesen Fragen gefunden. Gewiß trotz mancher unerfreulichen Zeitblüte ein gutes Zeichen für unser Volk.

Auch das vorliegende, nun im 64.—73. Tausend vorliegende Buch sucht diese Freude an der astronomischen Wissenschaft zu erwecken und zu vertiefen. Die Schönheit und Erhabenheit der Sternenwelt macht es dem astronomischen Schriftsteller und Vortragenden leicht, seine Leser und Hörer zu fesseln. Es gehört schon ein hohes Maß von Ungewandtheit dazu, um *dieses* Gebiet menschlichen Grübelns und Erkennens uninteressant dar-

zustellen. Die hohe Auflageziffer, die dieses 1910 zum ersten Male ausgegebene Buch erlangte, der Umstand, daß es in drei Sprachen übersetzt wurde, die Tatsache, daß es trotz seiner ganz populären Darstellungsart selbst einen Naturforscher von der Bedeutung Ernst Haeckels fesselte, der es noch auf seinem Sterbebette las und es „die beste volkstümliche Himmelskunde" nannte, beweist mir, daß die Absicht, die mich bei seiner Niederschrift erfüllte, erreicht ist. Es lag mir gar nicht daran, hier in die allertiefsten, oft noch sehr umstrittenen Probleme der astronomischen Forschung einzudringen, sondern in großen Zügen den im großen und ganzen gesicherten Besitzstand der Himmelsforschung darzustellen, und noch viel mehr lag mir daran, den Blick zu öffnen für das ewig Schöne, Große, Erhabene der Welt von Welten über uns. Loszulösen von den Sorgen, den Kleinlichkeiten, den Unzulänglichkeiten des Alltags, einer größeren, freieren, gütigeren Weltanschauung, die sich dann auch im Verkehr der Menschen untereinander auswirken soll, den Weg zu ebnen, d a s ist der Endzweck dieses, meines Buches.

Das Buch ist den breiten Massen des werktätigen Volkes gewidmet, und absolut volkstümlich sollte es sein, denn es soll Menschen fesseln und anregen, die ein hartes Tagewerk hinter sich haben. Etwas anspruchsvollen Kritikern unter den Fachleuten muß man immer wieder sagen, daß es in einem solchen Buche nicht angängig ist, bis zur zehnten Dezimale zu gehen. Es gibt gerade in unserm Vaterlande eine sehr reiche astronomische Literatur, und darunter Werke von Weltruf, die tief in die schwierigeren Probleme unsres Wissensgebietes eindringen. Der Leser, der nach Durcharbeitung dieser Schrift in die engeren Gänge des Labyrinthes der Forschung hinabsteigen will, wird zu solchen Werken greifen. Absichtlich habe ich es vermieden, hier alle möglichen neuen Hypothesen, die von den Fachleuten fast samt und sonders als mit ihren Beobachtungen nicht übereinstimmend abgelehnt werden, zu entwickeln. Solange derartige Anschauungen nichts sind als unfruchtbarer Gelehrtenstreit, gehören sie nicht in Bücher, die das Weltbild nach dem Stande der heutigen Wissenschaft darstellen sollen.

Fragezeichen aber wird man in meinem Buche genug finden, und auch das ist tiefere Absicht, denn der tiefer schürfende Geist erkennt, daß die letzten Probleme nicht entschleierbar sind und alles menschliche Wissen an gewisse Voraussetzungen gebunden ist, deren Gültigkeit unbeweisbar ist!

Neubabelsberg bei Berlin,
im Sommer 1924. Bruno H. Bürgel.

Inhaltsverzeichnis

I. Ein Blick in die Unendlichkeit 1

Abendstunde. Die Erde als Mittelpunkt der Welt. Kopernikus. Auch die Sterne werden und vergehen. Scheinbare Ewigkeit der Sternbilder. Die Sterne eilen mit großer Geschwindigkeit durch den Raum. Winzigkeit der Erde. Entfernungen des Mondes, der Sonne und der Planeten. Die Nachbarsonne. Lichtjahre. Entfernung einiger Sterne. Die Milchstraße. Jenseits der Milchstraße. Atomwelten. Unendlichkeit nach oben und unten.

II. Von der Astronomie und den Astronomen . . . 17

Wie das Publikum die Tätigkeit des Astronomen beurteilt. Ansichten der Realisten und Idealisten. Die Tätigkeit des praktischen Astronomen ist nicht allzu poetisch. Die Großartigkeit der Astronomie und ihr Einfluß auf den Menschen. Die materielle Stellung des Astronomen. Anzahl der Sternwarten und Astronomen. Sternwarten-Stiftungen in Amerika. Alter der Himmelskunde. Ein kurzer geschichtlicher Überblick über die Entwicklung der Astronomie seit den ältesten Zeiten. Was zu einem tüchtigen Astronomen gehört. Per aspera ad astra. Von Handwerkern, Bauern und Beamten, die Astronomen wurden. Spezialisierung der Wissenschaft.

III. Frauen als Astronomen 38

Die Frau und der Himmel. Der Sinn für das Erhabene und für Poesie. Vom Frauenstudium. Hevels Gattin. Keplers Freundin Marie von Lewen. Die Kometenrechnerin Madame Lepaute. Eine fürstliche Förderin der Himmelskunde: Herzogin Luise von Gotha. Eine Frau, die acht Kometen entdeckte: Karoline Herschel. Ein weiblicher Mathematiker: Sonja Kowalewska. Die Gattin Asaph Halls und die Entdeckung der Marsmonde. Amerika, das Land der weiblichen Astronomen. Das Ausmessen der Himmels-Aufnahmen. Miß Katharina Bruce, die Sternwarten-Stifterin. Elizabeth Brown und ihre Sonnenfinsternis-Expeditionen. Weibliche Astronomen in aller Welt.

IV. Ein Besuch auf der Sternwarte 45

Die Abgeschiedenheit der Sternwarte. Die Erfindung des Fernrohres. Sein Bau. Fehler der alten Fernrohre. Newton erfindet das Spiegelteleskop. Herschels und Lord Rosses Riesenteleskope. John Dollond beseitigt die Farbenzerstreuung der Linsen und erfindet das achromatische Fernrohr. Einrichtung eines modernen Refraktors. Wie der Astronom mit Spinnfäden mißt. Was ein modernes Fernrohr leistet. Im Allerheiligsten der Sternwarte (das Meridianzimmer). Das Meßkunstwerk des Meridianinstrumentes. Die Pendeluhr und ihre Pünktlichkeit. Der Zeitschreiber. Verschiedene Tätigkeit der Beobachter. Abschied von der Sternwarte im Morgengrauen.

V. Die Photographie als Gehilfin des Astronomen 63

Was die moderne Photographie auf allen Wissensgebieten leistet. Wichtigkeit der Photographie für den Astronomen. Weshalb die photographische Linse mehr leistet als das Auge. Ultraviolette Strahlen. Photographische Fernrohre. Sonnenphotographien. Mondphotographien. Die Photographie der Planeten ist noch sehr mangelhaft. Aufnahmen außerplanetarischer Objekte. Wie man auf photographischem Wege Planeten entdeckt. Stereoskop und stereoskopische Himmelsaufnahmen. Die große photographische Himmelskarte.

VI. Was uns das Prisma von den Sternen mitteilt 76

Der gläserne Zauberstab. Der einzige Bote des Sternenraumes. Zweifel des Laien an den Resultaten der Astronomie. Das Wesen des Lichtes. Farbiges und weißes Licht. Das Prisma. Das bunte Band des Spektrums. Josef Fraunhofer und die Fraunhoferschen Linien. Der Spektralapparat. Bunsen und Kirchhoff schaffen die Spektral-Analyse. Das Spektrum glühend-fester, -flüssiger und -dampfförmiger Körper. Ein 3000 Millionstel Gramm Natrium. Helle und dunkle Linien im Spektrum. Die Spektral-Analyse eine Chemie der Sterne. Untersuchung der Gestirne mit dem Spektrographen. Zusammensetzung, Beschaffenheit und Alter der Sterne zeigt das Spektrum. Wie das Prisma die Bewegung der Sterne verrät. Wie Töne und Licht durch Bewegung geändert werden. Christian Doppler und sein Prinzip. Verschiebung der Fraunhoferschen Linien. Überall im Weltenraum die gleichen Stoffe.

VII. Was uns die Sterne nützen 91

Etwas vom „Nutzen". Was wir unserer Kultur schuldig sind. Die Sterne lehren Bescheidenheit und Würde. Vom praktischen Nutzen der Himmelskunde. Genaue Zeit- und Kalenderrechnung sind ohne astronomische Beobachtungen nicht möglich. Die Uhr als Kulturmesser. Aus der Geschichte der Uhr. Erfindung der Taschenuhr und ihre Entwicklung. Die Räderuhr. Die Pendeluhr. Sand- und Wasseruhren. Die Sonnenuhren. Der Astronom macht die Zeit. Das amtliche Zeitsignal. Die Schiffahrt und die Uhr. Der Zeitball. Die nautischen Jahrbücher. Wie der Astronom aus den Sternen Wegweiser für den Seemann bildet. Der Sextant. Astronomische Ortsbestimmung. Astronomie und Luftschiffahrt. Die Astronomie als Gehilfin des Geschichtsforschers. Die Schlacht am Halys. Die Sonnenfinsternis, die den Herren Hi und Ho Unglück brachte. Oppolzers Kanon der Finsternisse. Die Finsternis am Kreuzigungstage Christi.

VIII. Vom Aberglauben der Sterndeuterei . . . 109

Astrologisches aus Schillers Wallenstein. Die Quelle alles Aberglaubens. Ursprung der Astrologie. Vom Horoskop-Stellen. Glücks- und Unglückssterne. Von berühmten Astrologen. Wallensteins Horoskop. Schaden der Astrologie. Der Berliner „Weltuntergang" vom Jahre 1524. Maßnahmen aufgeklärter Fürsten gegen die Astrologen. Nutzen der Astrologie. Wiederaufleben der Astrologie in der Gegenwart. Sterndeuterei im XX. Jahrhundert. Die Astrologie in den Großstädten. Nur Sonne und Mond haben Einfluß auf die Erde. Die Berufung der modernen Astrologen auf Kepler, und was dieser von der Astrologie hielt.

IX. Wie man die Größe und Entfernung der Sterne findet 125

Wie der Astronom in den Verdacht des Flunkerns kommt. Was die astronomische Rechenkunst leistet. Das pünktliche Eintreffen der Sonnen- und Mondfinsternisse beweist die Zuverlässigkeit der Berechnungen des Astronomen. Wie man auf einfache Weise eine Entfernung messen kann. Von Berlin-Kapstadt nach dem Monde. Vom Monde zur Sonne. Was eine Parallaxe ist. Wie man die Entfernung der Fixsterne findet. Die Nachbarsonne. Wie man die Größe der Mondkugel mit Hilfe eines Fünfmarkstückes ermitteln kann. Einfache Methode, die Größe der Sonne zu bestimmen. Die Masse und Schwere der Sterne. Wie man mit einem Spazierstock die Höhe eines Baumes messen kann. Wie der Astronom die Höhe der Mondberge mißt.

X. Unsere Heimat im Weltenraum 141

Unsere Heimat im Weltenraum aus der Entfernung betrachtet. Die Sonne und die acht Wandelsterne. Unser Sonnensystem eine Sternenfamilie. Auch Kometen umkreisen die Sonne. Die Entfernung der Planeten von der Sonne. Ein irdischer Maßstab für himmlische Größen. Alles dreht sich in gleicher Richtung. Die wahre Bewegung der Planeten ist einfach, die scheinbare kompliziert. Das Weltbild des Ptolemäus mit der ruhenden Erde. Die verwickelte Weltmaschinerie und was König Alfons von Kastilien davon dachte. Kopernikus wirft die Erde aus dem Mittelpunkt der Welt. Das Jahr der Planeten. Weshalb die Planeten um die Sonne laufen. Keplers Gesetze. Größe der Sonne und der Planeten. Die Anzahl der Planeten, Monde und Kometen des Sonnensystems. Der Himmel hat Milliarden Sonnensysteme und Erden.

XI. Vom glühenden Sonnenball 154

Was die Sonne vermag. Alles durch die Sonne. Die Sonne treibt alle Räder, Eisenbahnen und Schiffe. Die Sonne und der Niagarafall. Direkte Ausnutzung der Sonnenwärme durch Sonnenmotoren. Die Leuchtkraft der Sonne. Die Temperatur der Sonne. Wie man die Temperatur der Sonne gemessen hat. Die Quellen der Sonnenwärme. Auch die Sonne muß erlöschen. Die Größe der Sonne. Die Beschaffenheit der Sonnenoberfläche. Die Granulation. Von den Sonnenflecken. Sonnenflecke und irdische Erscheinungen. Drahtlose Telegraphie zwischen Sonne und Erde. Die Sonnenkorona. Die Protuberanzen. Die Sonnenfackeln. Die Konstitution der Sonne. Woraus die Sonne besteht. Eine gruselige Perspektive.

XII. Ein seltsamer Lichtschein 178

Die Großstadt und der Himmel. Ein schwacher Lichtschein und seine Sichtbarkeit. Die Entdeckung des Zodiakallichtes und die Ableitung seines Namens. Die Lichtbrücke und der Gegenschein. Reflektiertes Sonnenlicht. Der Krakatau-Ausbruch und die durch ihn hervorgerufenen Lichterscheinungen. Die leuchtenden Nachtwolken. Das Zodiakallicht ein Staubring der Sonne.

XIII. Merkur und Venus, die jüngsten Kinder der Sonne 184

Von jungen und alten Planeten. Die Entfernung des Merkur. Schwierige Sichtbarkeit dieses Planeten. Die Phasen des Merkur und ihre Entstehung. Merkur ist der kleinste der Hauptplaneten. Merkur-Durchgänge. Vom ewigen Tag und der ewigen Nacht auf Merkur. Eine unbewohnbare Welt. Vom Abend- und Morgenstern. Abend- und Morgenstern sind ein und dasselbe Objekt. Venus ist der hellste aller Planeten. Auch Venus zeigt Phasen wie Mond und Merkur. Die Venusdurchgänge und wie man aus ihnen die Entfernung der Sonne ermittelt. Der schwarze Tropfen. Jahr und Tag der Venus. Was wir mit dem Fernrohr auf der Venusoberfläche sehen. Polarlichter auf der Venus. Merkur und Venus haben keinen Mond. Die Erde am Himmel der Venus.

XIV. Die Erde als Stern 196

Wie die Erde von anderen Himmelskörpern aus betrachtet erscheint. Die Erde am Himmel des Mondes und der Planeten. Jenseits des Saturn sieht man die Erde nicht mehr. Entfernung der Erde von der Sonne. Beweise für die Kugelgestalt der Erde. Wie man die Größe der Erdkugel gemessen hat. Das Meter. Die Abplattung der Erde. Wie man die Erde gewogen hat. 6 Millionen Trillionen Kilogramm. Vom goldenen Kern der Erde. Die Achse der Erde. Beweise für die Drehung der Erde um ihre Achse. Foucaults Pendelversuch. Sonnenzeit und Sternzeit. Beständigkeit der Erddrehung. Ebbe und Flut und ihr Einfluß auf die Rotation der Erde. Die Rotation der Erde wird verlangsamt. Verschiebungen der Erdachse und ihre Folgen. Minimale Schwankungen der Erdachse in unseren Tagen und ihre Ursachen.

XV. Vom Kreislauf des Jahres 217

Keimen und Blühen, Reifen und Welken. Ungleiche Geschwindigkeit der Erde beim Jahreslauf um die Sonne. Im Winter steht die Erde der Sonne näher als im Sommer. Die Erdbahn ist eine Ellipse. Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Entstehung der verschiedenen Klimazonen auf Erden. Die Wirkung schräg und gerade auftreffender Sonnenstrahlen. Wie die Jahreszeiten entstehen. Die Schiefe der Ekliptik. Wenn die Erdachse anders geneigt wäre.

XVI. Die Welt des Mondes 226

Was der Mond erzählt. Was wir mit unseren Riesenfernrohren noch auf dem Monde zu erkennen vermögen. Die Entfernung des Mondes. Die Mare des Mondes. Wann der Mond am besten zu beobachten ist und weshalb. Die Ringgebirge des Mondes. Höhe der Mondberge. Gebirgszüge auf dem Monde. Wie die Ringgebirge entstanden sind. Die „strahlenden Berge". Die „Rillen". Der Mond ist eine erstorbene Welt. Der Tag des Mondes. Was das Fehlen der Luft auf dem Monde mit sich bringt. Das aschfarbene Licht des Mondes. Veränderungen und Spuren von Wasser auf dem Monde. Was wir auf dem Monde nicht sehen.

XVII. Von den Finsternissen und den Mondphasen 241

Die Sonnenfinsternis des „Schu-king". Wie sich die Chinesen und andere Völker das Zustandekommen einer Sonnenfinsternis denken. Anblick einer totalen Sonnenfinsternis und ihr Einfluß auf die Lebewesen. Etwas vom Schatten. Wie Sonnenfinsternisse entstehen. Länge des Mondschattens. Von totalen, partiellen und ringförmigen Finsternissen. Mondfinsternisse. Das kupferfarbene Licht des Mondes. Häufigkeit der Finsternisse. Der Saros. Der Mensch und die Mondphasen. Bahn des Mondes um die Erde. Wie die Mondphasen entstehen.

XVIII. Der Planet Mars — eine zweite Erde . . . 261

Ein Weltuntergang. Die Erde kann nicht der einzige bewohnte Stern sein. Vom Leben auf anderen Sternen. Die Entfernung und Größe des Mars, sein Tag und sein Jahr. Wann dieses Gestirn am besten zu beobachten ist. Die beiden Monde des Mars. Eine Welt, die man in fünf Stunden umreisen kann. Die Polarflecke des Mars und ihr Schrumpfen. Schnee und Eis auf unserem Nachbarplaneten. Die Marsatmosphäre. Die Marskanäle, ihre Entdeckung und ihr Aussehen. Wozu die Marskanäle dienen können. Vegetationsstreifen. Änderung der Marslandschaften mit den Jahreszeiten. Meere, Wüsten und Vegetationsflächen. Das Spiegelbild der Sonne in den Marsmeeren. Die „Signale der Marsbewohner" und ihre Erklärung. Verdoppelungen mancher Marskanäle. Neuere Marsforschungen. Ist der Mars eine kalte, wasserarme Wüste oder bewohnbar?

XIX. Jupiter und Saturn, die Riesen des Sonnenreiches 276

Zwei helle Planeten am Abendhimmel. Die Entfernung und das Jahr des Planeten Jupiter. Der Riese unter den Planeten. Die starke Abplattung Jupiters. Das Land der kurzen Tage. Nichts als Wolken. Die Beschaffenheit des Planeten. Jupiter ein noch heißer, unbewohnbarer Ball. Der „Rote Fleck". Von den Jupitermonden. Finsternisse der Monde. Die Jupitermonde und die Schiffahrt. Wie uns die Jupitermonde die Geschwindigkeit des Lichtes erkennen ließen. Die Ausdehnung des Jupiterreiches. Die Entfernung und Größe des Saturn. Seine Abplattung. Der Ring des Saturn. Den alten Astronomen war die Gestalt Saturns rätselhaft. Wie sich das wechselnde Aussehen des Saturnringes erklärt. Beschaffenheit des Saturnringes. Zehn Monde. Wie es auf dem Saturn aussieht.

XX. Liliputaner-Welten 291

„Gullivers Reisen." Vom Leben und den Schwereverhältnissen auf anderen Sternen. Kleine Planeten. Eine Welt von 500 Meter Durchmesser. Der Stern der Liliputaner und Däumlinge. Rund um die Welt in einer halben Stunde. Allerlei Merkwürdigkeiten vom Stern der Däumlinge. Die Lücke zwischen Mars und Jupiter. Entdeckung der Ceres durch Piazzi. Auffindung der Pallas, Juno und Vesta. Alte und neue Methode des Aufsuchens kleiner Planeten. Wir kennen zurzeit 950 Planetoiden. Über die Entstehung des Planetoidenschwarmes. Welttrümmer. Lichtschwankungen und unregelmäßige Gestalt der Planetoiden. Der Planet Eros. Wahrscheinlichkeit anderer Planetoidengruppen. Von allerkleinsten Welten.

XXI. An den Grenzen des Sonnenreiches 301

Saturn als Grenze des Sonnensystems bei den älteren Astronomen. Entdeckung des Planeten Uranus durch Herschel. Frühere Sichtbarkeit des neuen Planeten und die Kenntnis seiner Existenz bei den Otahaitiern. Entfernung, Größe und Umlaufszeit des Uranus. Von der Oberfläche dieses Planeten wissen wir nichts. Die Monde des Uranus und ihre merkwürdige Bewegung um den Planeten. Die Lage der Umdrehungsachse des Uranus. Von dem merkwürdigen Verlauf der Jahreszeiten auf diesem Planeten. Noch ein neuer Planet. Wie „Uranus" das Vorhandensein des „Neptun" verriet. Leverriers Entdeckung des Neptun auf rechnerischem Wege. Auffindung des Planeten durch Galle in Berlin. Die Entfernung des Neptun, seine Größe und sein Jahr. Der Neptunsmond. Gibt es noch Planeten jenseits der Neptunsbahn? Der hypothetische Planet „Vulkan".

XXII. Steine, die vom Himmel fallen 310

Eines Königs Briefbeschwerer. Die Geschichte des Steines in meiner Busennadel. Gefallene Sterne. Meteorsteinfälle. Der Stein von Ensisheim. Der Steinregen zu Aigle. Berühmte Meteorsteinfälle in neuerer Zeit. Das Meteor von Madrid. Riesenmeteore. Der Streit über die Herkunft der Meteorsteine. Chladnis Ansichten über die „Weltspäne". Sternschnuppen und Feuerkugeln. Meteorstaubfälle. Die Zahl der Meteore. Stein- und Eisenmeteoriten. Die Widmannstettenschen Figuren. Die rätselhafte Sternschnuppenmaterie und ihre Erklärung. Die Geschwindigkeit der Meteore und ihre Höhe im Momente des Aufleuchtens. Seltsame Meteorbahnen. Der Luftwiderstand und seine Wirkung. Weshalb die meisten Meteore morgens fallen. Sternschnuppenschwärme an bestimmten Tagen des Jahres. Die Perseiden und Leoniden. Meteorringe im Sonnensystem. Große Sternschnuppenfälle. Zusammenhang zwischen Meteoren und Kometen.

XXIII. Kometen und Kometenfurcht 331

Eine Kometenerscheinung im Mittelalter. Kometenfurcht in alter Zeit. Berichte über allerlei Unheil, das die Schweifsterne verursachten. Furcht vor Zusammenstößen der Erde mit einem Kometen. Von früheren großen Kometenerscheinungen. Der Komet Donati vom Jahre 1858. Der Riesenkomet von 1843. Schweiflängen großer Kometen. Die Zahl der Kometen ist eine sehr große. Aussehen teleskopischer Kometen. Kopf und Schweif, Kern und Coma der Kometen. Veränderungen und Umwandlungen der Kometen bei Annäherung an die Sonne. Die Materie der Kometenschweife ist von unvorstellbarer Feinheit. Die Beschaffenheit der Kometen und die Entstehung des Schweifes. Die Bahnen der Kometen und ihre Bewegung im Weltenraum. Der Komet Halley. Zusammenkunft der Erde mit Kometen in ihrer Bahn. Zusammenhang zwischen Kometen und Sternschnuppen. Der Komet Biela und sein Ende. Unbegründete Furcht.

XXIV. Wie man sich am Sternenhimmel zurechtfindet 352

Erdkugel und Himmelskugel. Erdpole und Himmelspole. Erdäquator und Himmelsäquator. Erdachse und Weltachse. Der Polarstern und sein Stand an verschiedenen Orten auf der Erde. Zirkumpolarsterne. Wieviel Sterne man mit freiem Auge sehen kann. Größenklassen der Sterne.

Sternbilder und Sternkarten der Alten. Aufzählung der bei uns sichtbaren Sternbilder. Der Tierkreis. Buchstabenbezeichnung der einzelnen Sterne. Namen der Hauptsterne. Nächtliche Exkursionen zum Studium der Sternbilder. Wie man die einzelnen Sternbilder auffindet. Unsere Sterntafeln und ihre Anwendung.

XXV. Die Fixsterne 369

Fünfzig Millionen Sonnen. Fixsterne sind Sonnen, die Sonne ist ein Fixstern. Die scheinbare Größe und die Entfernung einiger Sterne. Die Zusammengehörigkeit vieler Sterne in den Sternbildern ist nur scheinbar. Über die Bewegung der Sterne im Weltenraum. Sterne, die sich uns nähern oder sich von uns entfernen. Die Sonne mit all ihren Planeten eilt gleichfalls mit großer Geschwindigkeit durch den Raum. Wohin wir fliegen. Sternfamilien und Sternströme. Das Blinkern der Sterne und seine Entstehung. Doppelsterne und mehrfache Sterne. Verschiedenfarbige Sonnen. Die veränderlichen Sterne. Die Ursache des veränderlichen Lichtes der Sterne. Sterbende Sonnen. Von dunklen Sternen. Wie sich uns das Dasein dunkler Sterne verrät. Weltkatastrophen. Das Aufflammen der neuen Sterne. Die Tychonische Nova. Die Nebel um die Nova im Fuhrmann und um den neuen Stern im Perseus. Erklärung der Erscheinungen. Der Untergang von Sonnensystemen. Die Farbe der Sterne und ihre Entwicklung. Giganten und Zwerge.

XXVI. Die Milchstraße 405

Was die Alten von der Milchstraße dachten. Allerlei Details über das Aussehen der Milchstraße. Der schimmernde Ring besteht aus Millionen Sternen. Entfernung der Sterne an der Grenze der Milchstraße und Größe des Milchstraßenringes. Stellung unseres Sonnensystems im Inneren des Sternenringes. Das Milchstraßensystem eine Linse von Sonnen. Der Sternhaufen-Mantel. Der Andromeda-Nebel. Spiralnebel. Milchstraßen jenseits der Milchstraße. An der Grenze unseres Gesichtskreises. Das Weltbild.

XXVII. Die kosmischen Nebel. Weltwerden . . . 417

Schimmernde Wölkchen im Himmelsraum. Sternhaufen. Wahre kosmische Nebel. Die Größe und Entfernung der Nebel. Verschiedene Formen der Nebel. Chaotische Nebel. Spiralnebel. Planetarische Nebel. Nebelsterne. Veränderungen in den Nebeln. Was das Spektroskop von den Nebeln zu berichten weiß. Zustand der Materie in den Nebeln. Die Urmaterie. Die Nebel als Weltwerkstätten. Die Theorien von Kant und Laplace über die Entstehung des Sonnensystems. Zweifel und neuere Ansichten. Moulton und Chamberlins Hypothese. Das Werden der Welten nach Svante Arrhenius.

XXVIII. Die Lebensgeschichte der Sterne 432

Harzwanderung. Des Försters Lieblingsstern. Von kurzlebigen und langlebigen Geschöpfen. Wie einem göttlichen Wesen das scheinbar unbewegliche und ewige Sternenheer erscheinen würde. Von jungen und alten Sternen. Werdegang einer Sonne; ihr Aufleuchten, ihr Erblassen und Erkalten. Entwicklung eines Planeten. Urmeer und erste Kontinente, Berg und Tal. Das große Rätsel vom ersten Leben. Vom Ende der Welt. Auferstehen im Weltenraum. Kreisläufe immer höherer Ordnung. Die Materie ist unzerstörbar. Der Mensch als Wahrheitssucher. Die Grenzen unserer Erkenntnis. Schlußwort.

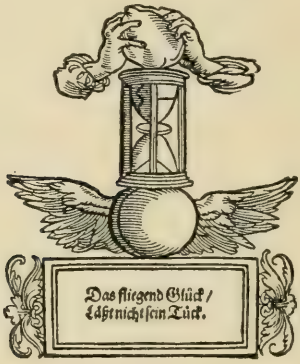
Verzeichnis der Farbentafeln

Spektrum der Sonne, einiger Fixsterne und Nebelflecke 80

Planet Mars. Protuberanzen am Sonnenrand 176

Der Planet Saturn 272

Eine Sonnenfinsternis auf dem Monde 368



„In Lebensfluten, im Tatensturm
Wall ich auf und ab,
Webe hin und her,
Geburt und Grab
Ein ewig Meer.
Ein wechselnd Weben,
Ein glühend Leben,
So schaff' ich am sausenden Webstuhl der Zeit
Und wirke der Gottheit lebendiges Kleid."
(„Erdgeist" in Goethes „Faust".)

Ein Blick in die Unendlichkeit

Abendstunde. Die Erde als Mittelpunkt der Welt. Kopernikus. Auch die Sterne werden und vergehen. Scheinbare Ewigkeit der Sternbilder. Die Sterne eilen mit großer Geschwindigkeit durch den Raum. Winzigkeit der Erde. Entfernungen des Mondes, der Sonne und der Planeten. Die Nachbarsonne. Lichtjahre. Entfernung einiger Sterne. Die Milchstraße. Jenseits der Milchstraße. Atomwelten. Unendlichkeit nach oben und unten.

Monoton, ein melancholisches Wiegenlied, schlagen die Wellen gegen den Strand. Weit draußen, jenseits der Düne, zieht einsam ein verspätetes Segel heimwärts, dem Fischerdörfchen zu, von dem der Abendwind Hundegebell herüberträgt in meine Einsamkeit. Im Westen ist der Sonne letztes Gold verglüht, feine Wölkchen schwimmen in einem rosenroten Meer, das langsam, langsam verblaßt, je schneller der Sonne Wagen unter dem Horizont hinüberlenkt zu den Ländern fern im Westen, wo nun die lange Nacht entflieht. Leise fährt der Abendwind durch die feinen Gräser am Strande; sie nicken wie träumend und rascheln leise, als raunten sie seltsame Geschichten, wie Kinder, die unter die Decke schlüpfen, ehe der Sandmann kommt. — Das ist die Stunde, in der die Sterne erwachen. Verblaßt ist das Rosenrot im Westen, versprüht der Feuerstreif, der drunten am Horizont wie ein Strom flüssigen Goldes hinzog, und mit ihren blau-

schwarzen Flügeln senkt sich die Nacht auf Land und Meer. Drüben über dem Dörfchen, aus dessen Häusern hie und da ein Lichtchen herüberblinkt, hängt das silberne Wächterhorn des Mondes, und drunten im Spiegel der See tanzt es, hundertfach verdoppelt, auf und nieder, auf und nieder. Und wir stehen und blicken schweigend empor zu den ewigen Lichtern da droben. Langsam kommen sie gezogen, eines nach dem anderen, die hellen, großen erst, und dann die kleineren, und nun, da sich der Mond drüben zum Untergange anschickt, liegt das Sternenbild der Himmelsgöttin vor uns ausgebreitet, und seine Millionen Funken blitzen wie Diamantsplitter.

„Zähle die Sterne, kannst du sie zählen? Also soll dein Same sein!" Unwillkürlich fällt es uns ein, das alte Bibelwort, und in Erinnerung versunken ist es uns wohl, als klängen aus fernen Jugendtagen viel frische Kinderstimmen herüber, und als jauchzte des Schulmeisters alte Geige dazwischen: „Weißt du wieviel Sternlein stehen an dem blauen Himmelszelt?" — Nun sind wir groß geworden und haben von den Sternlein viel gelernt, aber sie sind uns wunderbar geblieben, wie damals, als wir verständnislos und gläubigen Herzens zu ihnen aufblickten wie zu den Lichtern des Christbaumes. In diesem Meer von Lichtern, in dieser Welt von Welten verliert sich der Blick! Der kleine Mensch, ein Bakterium, ein Parasit auf diesem im Weltall umherwirbelnden Sandkorn, Erde genannt, sieht sich der Unendlichkeit gegenüber, in der seit Ewigkeiten ein unabsehbares Auf und Nieder von Milliarden Weltkugeln herrscht. Und je tiefer er eindringt in dieses mächtige Getriebe, je rätselvoller, je gewaltiger wird es. Einst galt ihm die Erde als der Mittelpunkt, als das Herz der Welt, ja als die Welt selbst in des Wortes unendlichster Bedeutung; im Luftkreis der Erde, so glaubte er, schwebten die Sterne, und er hielt sie — wie einst vor zweieinhalb Jahrtausenden der griechische Forscher Anaximander — für die Köpfe goldener Nägel, eingeschlagen in der Kristallglocke des Himmelsgewölbes. (Abb. 2.) Und wenn auch große Geister schon in den ältesten Zeiten eine Ahnung von der Winzigkeit dieses Erdenrundes, von seiner Bedeutungslosigkeit im Universum, und die richtige Vermutung hatten, daß jene Lichter des Himmels Weltkörper in weiten Fernen sind, Jahrtausende brauchte der Menschengeist, um den Wahn abzustreifen, daß die Erde fest im Weltenmittelpunkt ruhe, und alle Sterne um

Abb. 1. Das Sternbild des großen Bären (Großer Wagen) in seiner jetzigen Gestalt (Mitte) und vor und nach 10 000 Jahren

Abb. 2. Mittelalterliche Darstellung des Weltgebäudes

sie, die Krone des Alls, wie der Diener Troß um des Königs Majestät, sich gruppieren. Nikolaus Kopernikus schleuderte die Erde mit mächtiger Hand aus dem Mittelpunkt der Welt, machte sie zu einem Stern unter Sternen, zu einem verschwindenden Tropfen im Ozean der Welten, dessen leuchtende Wellen die uferlose Unendlichkeit durchwogen.

Und der kleine Mensch, festgebannt an dieses Sandkorn, er eroberte es mit der Kraft seines Geistes. Jene Sterne, die ihm einst ewig und unveränderlich erschienen, er erkannte nach und nach, daß sie werden und vergehen wie die Blumen auf dem Felde, daß sie eine Geburts-, eine Todesstunde haben wie er selbst. Freilich sein schnellabrollendes Lebensrad gestattet ihm nicht, das Werden und Vergehen der Sterne zu verfolgen; langsam, unendlich langsam rollt der Faden ihres Seins sich ab, Tausende von Generationen versinken, ehe sich kleine Veränderungen zeigen an jenen leuchtenden Gebilden des Himmels; aber könnten wir Jahrtausende zu Sekunden machen, wir sähen die Sterne aufglimmen wie Leuchtkäfer im abendlichen Wald, sähen sie heller und heller sich entzünden und wieder dunkler werden, sprühen und verglühen wie die glimmende Kohle auf dem armseligen Herdfeuer, und in Nacht versinken. Sie kommen, sie gehen wie wir! Hier Jahrmilliarden, hier wenige Jahrzehnte, aber Jahrmilliarden und Sekunden sind eins im Strome der Ewigkeit! — —

Die Wellen rauschen in ewig gleichem Takt gegen den Strand, sie rauschen und raunen seit Jahrtausenden die gleiche Melodie. Hier mögen einst in grauer Vorzeit, wie jetzt wir, Menschen in stiller Nacht emporgeblickt haben zu den blinkenden Sternen. Ihre Spur ist verweht, „nicht Sang, nicht Stein mehr zeugt von ihren Taten", aber noch immer funkeln droben die alten Sterne, und wir sehen im großen und ganzen den Himmel so, wie sie ihn sahen. Noch immer steht dort das Sternbild des „Großen Bären", noch immer zieht sich da mit seiner Kette kleiner Sternlein der „Drache" hin, funkelt hier über uns in bläulichen Strahlen „Wega" im Bilde der „Leier". Sie standen so, als vor Jahrtausenden die Höhlenmenschen der Steinzeit die Intelligenz auf diesem Planeten verkörperten, und sie standen so, als dreizehnhundert Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung Aegyptens großer König Ramses II., dessen vertrocknete Mumie die Neugier nach vielhundertjährigem Schlaf aus dem Sarkophag gerissen, mit den Syrern seine großen Kriege führte. Columbus sah diese Sterne und Sternbilder ebenso, als er in dunklen Nächten bangen Herzens nach dem ersehnten Land im Westen spähte, wie sie Napoleon in den Einöden Rußlands, wie sie Nansen in den Eis- und Schneeregionen des Pols, fern von aller Kultur, funkeln sah. Und dennoch wissen wir, daß diese Sterne mit ungeheurer Geschwindigkeit hierhin und dahin, nach ganz verschiedener Richtung den Raum durcheilen, daß jene Sterne, die für unser Auge sich scheinbar zu bestimmten Figuren, „Sternbildern", gruppieren, in Wahrheit zumeist durch ungeheure Räume voneinander getrennt sind, nur *scheinbar*, infolge einer zufälligen Perspektive, *beieinander* stehen. Messungen zeigen uns, daß sich die Sterne mit einer Geschwindigkeit von mehreren tausend Kilometern in der Minute im Weltenraum weiterbewegen; oft streben verschiedene Sterne eines bestimmten Sternbildes aufeinander zu, während andere wieder voneinander forteilen oder miteinander gemeinsam durch das Universum wandern. (Abb. 1.) Und trotzdem das alles mit einer rasenden Schnelligkeit geschieht, die mehrere tausendmal größer ist als die eines Eilzuges, sehen wir doch Jahrtausende lang die Sternbilder in ihrer alten Gestalt, als ständen die Sterne, die sie zusammensetzen, unbeweglich still.

Wie ein Eisenbahnzug, den wir aus großer Nähe betrachten, so schnell an uns vorübereilt, daß wir mit den Augen kaum zu folgen vermögen, während er aus großer Entfernung gesehen nur träge durch die Landschaft zu kriechen scheint, so dort bei den Sternen; ihre Entfernung ist eine so ungeheure, daß sie trotz der Schnelligkeit ihrer Bewegung stillzustehen scheinen, erst nach vielen Jahrtausenden sind sie — von uns aus gesehen — um eine Vollmondsbreite weitergewandert. Aber könnten wir Sonnenweiten zu Zollbreiten zusammendrängen, Jahrtausende zu Sekunden machen, wir sähen die Sterne dort oben wie Mücken, die im Sonnenstrahl durcheinander wirbeln, wie glänzende Staubteilchen, die im Sonnenlicht durch unser

Zimmer schwirren, hin- und herwogen durch die Tiefen des Universums. Scheinbar ist die starre Ruhe des Firmamentes, scheinbar seine Ewigkeit, soweit sie seine einzelnen Glieder betrifft. Das kommt und geht, schwebt hin und her, taucht auf und nieder, wie alles im großen Reiche der Natur. Nur der Maßstab ist dort ein anderer. Aber lebt nicht auch der Mensch viel tausendmal länger als die Eintagsfliege, und übertreffen nicht wiederum jene Riesenbäume Kaliforniens, die drei Jahrtausende lang ihr mächtiges Blätter-

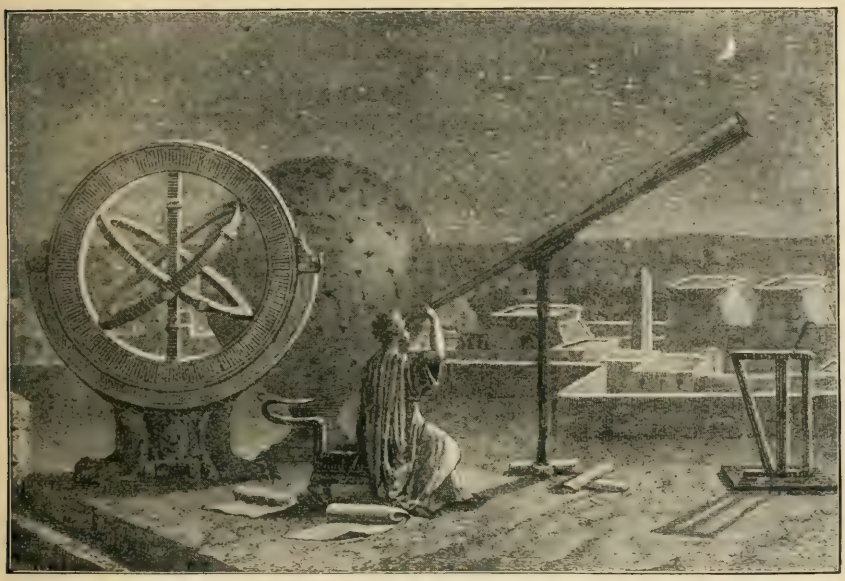


Abb. 3. Sternwarte zu Alexandria zur Zeit des Hipparch

dach im Winde rauschen ließen, des Menschen Leben gewaltig? Blumen und Menschen, Berge und Sterne werden vergehen, nur der Strom der Ewigkeit rauscht fort und fort.

Der Mond, der bleiche Gesell, ist drüben hinter den Häusern des Dorfes zur Ruhe gegangen; ein feines Silberlicht noch zeigt seinen Weg, und schwarz, als Silhouetten, ruhen die Fischerkaten, ruht des hölzernen Dorfkirchleins dicker Turm, mit silbernen Rändern umgeben, auf dem lichten Grunde. Weit in der Ferne blitzt hin und wieder ein Leuchtfeuer auf, und nun wird dicht über der feinen Lichtlinie des Meeres in der Ferne ein rotes und ein weißes Licht sichtbar, die Signallampen eines heimkehrenden Ozeandampfers. Wie klein ist doch das Erdenrund! Dieses Fahrzeug, das nun dort in wenigen Stunden den Heimatshafen erreicht haben wird, es hat ein Drittel dieser Weltkugel in wenigen Tagen umwandert, ein Drittel dieser Scholle im Weltenraum, die noch vor wenigen Jahrhunderten als das A und das O, der Anfang und das Ende der Welt galt. Wie klein ist doch das

Erdenrund! Seitdem es der Mensch gelernt hat, die Naturkräfte vor seinen Reisewagen zu spannen, machen sich die „Globetrotter" einen Sport daraus, in immer kürzeren Zeiten den Planeten zu umwandern, die Welt ist ihnen in der Tat bald ein Dorf geworden. Rund 40 000 Kilometer mißt der Gürtel der alten Mutter Erde, eine Strecke, die ein moderner Schnellzug bei ununterbrochener Fahrt in 20 Tagen durchmessen könnte. Aber was ist die Erde, dieser Wohnsitz von beiläufig 1500 Millionen Menschen, gegenüber der Sonne, in deren Riesenleib mehr als 1¼ Millionen Erdkugeln Platz hätten! (Abb. 4.) Und mit solchen Sonnen ist das Universum angefüllt wie unser Zimmer mit schwirrenden Stäubchen. Millionen solcher Sonnen bilden den schimmernden Gürtel der „Milchstraße" (Abb. 5), Millionen Sonnen mit wahrscheinlich vielen Millionen Erden! Wie klein ist doch das Erdenrund, um dessen Besitz sich die Menschheit seit Jahrtausenden zerfleischt hat! Wäre es dem Menschen möglich, diese Insel im Weltenmeer zu verlassen, er hätte längst Krieg und Brand auf andere Welten getragen, wie er, vom Kulturkontinent Europa ausgehend, nach und nach die anderen Festländer des Planeten unterjochte. Aber keine Brücke führt hinein in die Unendlichkeit, die nur der Lichtstrahl zu durcheilen vermag, um dem rastlosen Minierer jenes verlorenen Sternleins, Erde genannt, Kunde zu bringen von Erden jenseits des trüben Dunstkreises.

Wer dort hinauf könnte! So nahe liegt die nächste Station zur Unendlichkeit: der Mond. Nur ein Katzensprung ist es im astronomischen Sinne, denn nur 384 000 Kilometer jenseits der Erde zieht er seine uralte Straße. Dreißig nebeneinander gelegte Erdkugeln vermöchten schon den Raum zwischen ihm und uns zu überbrücken, nur sechs Monate hätte der Schnellzug zu fahren, um diese Strecke zu durcheilen, und wenig mehr als eine Sekunde brauchte eine drahtlose Depesche, um vom Funkenturm in Nauen bis zu den öden Berglabyrinthen unserer Nachbarwelt zu kommen. Aber der Mond ist eben sozusagen noch ein Stück der Erde selbst, ist ihr getreuer Trabant, gewissermaßen eine kleine, dem Festland „Erde" vorgelagerte Insel. Gewaltig wachsen die Entfernungszahlen, wenn wir die Geschwister der Erde aufsuchen, jene Sterne, die wir Planeten nennen, und die gleich der Erde die Sonne umwandeln, sich um sie scharen wie die Küchlein um die Henne. Dort drüben, wo die Sonne unterging, strahlt noch tief unten am Horizont der helle Abendstern, die Venus, wie eine reine Flamme. Sie kommt uns von all den Geschwistern der Erde am nächsten, bis auf 40 Millionen Kilometer! Wie leicht spricht sich das aus, und wie wenig begreifen wir doch dabei die Riesenentfernung! Das ist schon hundertviermal die Entfernung Erde—Mond; 52 Jahre lang ununterbrochen hätte der Eilzug zu fahren, um selbst bei der größten Annäherung den Raum zwischen beiden Weltkörpern zu überbrücken, und eine Flintenkugel, die bekanntlich einen Kilometer in zwei Sekunden durchfliegt, wäre — wenn sie

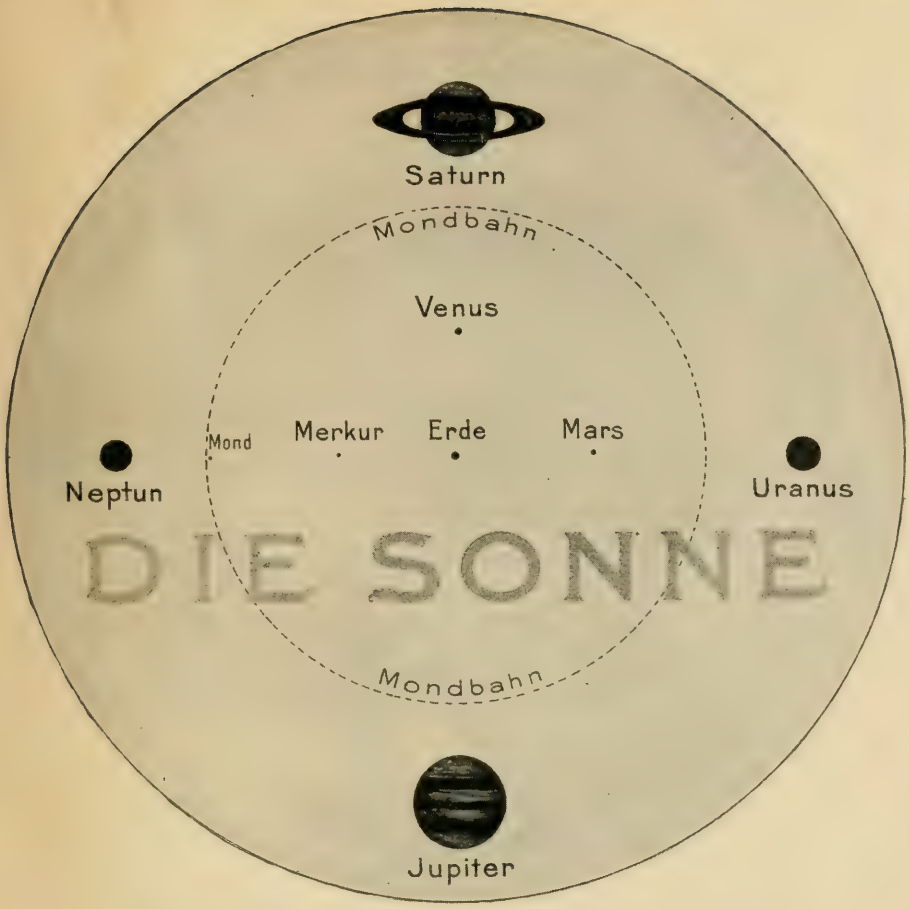


Abb. 4. Größenverhältnisse der Sonne und der Planeten

ihre Geschwindigkeit beibehielte — über 2½ Jahre unterwegs! Zwei und ein halbes Jahr hätte der Mann noch zu leben, auf den jetzt (wenn Derartiges möglich wäre) vom Planeten Venus aus eine Flintenkugel abgeschossen würde, die drahtlose Depesche aber erreichte ihn schon in 2¼ Minuten, denn die elektrischen Wellen breiten sich mit der ganz unfaßbaren Geschwindigkeit von 300 000 Kilometern in der Sekunde im Raum aus. — Wie weit erscheint uns das alles schon, und doch ist die schöne Venus unsere nächste „Nachbarin", dieser Planet ist die nächste Stadt im Reiche der Sonne, und die Sonne selbst ist schon wieder fast viermal weiter entfernt; 190 Jahre führe der Schnellzug, 9½ Jahre flöge die Kugel, 8⅓ Minuten wogten die elektrischen Wellen, denn 150 Millionen Kilometer, 20 Millionen Meilen sind zu durchmessen!

Aber auch die Sonne befindet sich ja noch in erdnahen Räumen, noch immer sind wir in unserer Heimat im Weltenraum, solange wir das Planetenreich

durchwandern. 5½mal weiter als die Sonne ist schon der größte Bruder der Erde, der Jupiter, von uns entfernt, fast zehnmal ferner als sie steht uns der ringgeschmückte Saturn, und bis zum Uranus, der jenseits des Saturn seine Straße zieht, ist es noch einmal so weit. 2700 Millionen Kilometer liegen zwischen diesem Stern und der Erde, wenn er uns am nächsten steht; gegen 3500 Jahre Tag und Nacht hätte der Eilzug ununterbrochen zu fahren, fast 175 Jahre müßte die Kugel durch den Raum eilen, und selbst der gedankenschnelle Flug der Depesche müßte 2½ Stunden währen, um eine Verbindung zwischen der Welt der Erde und des Uranus herzustellen. — Aber noch ist die Grenze des Sonnensystems nicht erreicht; weit dehnen sich die leeren, nur von Kometen und Sternschnuppen durchmessenen Räume in diesen sonnenfernen Bezirken, wir wandern und wandern auf Flügeln der Phantasie weiter durch die Einöden und treffen endlich den Grenzstein des großen Reiches, treffen — 4487 Millionen Kilometer vom glühenden Sonnenball entfernt, der hier nur noch als ein glänzender Stern erscheint — auf den äußersten der Planeten, auf den „Neptun". Unsere kleine Erde ist nicht mehr zu sehen, schon lange nicht mehr; ihre Entfernung von der Sonne, jene uns erst so unermeßlich erscheinende Strecke von 150 Millionen Kilometern, ist von hier aus gesehen zu einem verschwindenden Pünktchen zusammengeschrumpft, und das Sternlein, das 1500 Millionen Menschen zum Wohnsitz dient, ist versunken in dem Strahlenmeer des Feuerballes. Und wollten wir nun von diesem fernsten Bruder der Erde zurückkehren zu unserer Heimat, wir führen fast 5700 Jahre mit dem Eilzug, flögen — ein moderner Münchhausen — 285 Jahre lang auf der Kanonenkugel durch den Raum. Die elektrischen Wellen aber, die in einer einzigen Sekunde mehr als siebenmal die Erde am Aequator rings umkreisen können, brauchten über vier Stunden, um die Strecke Erde—Neptun zu durchmessen.

Uns schwindelt! Was sollen uns diese Zahlen, wir verstehen sie nicht mehr, sie schwirren vor unseren Augen wie die Milliarden Flocken eines Schneegestöbers, verwirrend, beängstigend. Und doch sind wir noch immer in der Heimat, sehen noch immer sozusagen in der Ferne den Turm unseres Dorfkirchleins, werden noch immer in dieser Neptunsferne vom Strahl derselben Sonne, wenn auch schwächer, erhellt, die dort, auf der fernen, nun unsichtbar gewordenen Erde, die Aehren reifen läßt und Feuer in die Traube gießt, fühlen noch immer ihre Wärme, sehen noch immer die Sternbilder in alter Gestalt, so wenig hat sich trotz unseres veränderten Standpunktes die Perspektive geändert. Wir stehen an der Grenze des Sonnensystems, aber das Universum wimmelt von solchen Sonnensystemen. Wieder machen wir uns auf und fliegen durch den Raum, den fernen Sternen zu, die dem Menschen einst noch im Luftkreis der Erde zu liegen schienen. Lange, unendlich lange dauert es, ehe wir wieder einer Sonne begegnen. Gewaltige Räume liegen zwischen den einzelnen Provinzen des Universums. Nur wenige

Sterne stehen unserem Sonnensystem so nahe, daß es möglich ist, ihre Entfernung mit einiger Genauigkeit anzugeben, und der allernächste von diesen, der am südlichen Himmel, im Sternbilde des Centaur (Abb. 6) als heller Stern leuchtet und den wir „Alpha Centauri" nennen, dieser unserer Sonne

Abb. 5. Partie der Milchstraße im Sternbilde des Schwans
Nach einer Photographie von E. E. Barnard, Lick-Observat.

nächster Nachbar, liegt weit über 9000 Neptunsweiten jenseits unseres Sonnensystems. 52 Millionen Jahre hätte der Eilzug zu fahren, 2½ Millionen Jahre die Gewehrkugel zu fliegen, um seinen Standort zu erreichen, um die fast 41 Billionen Kilometer lange Strecke zu durchmessen! 4,3 Jahre wären selbst die elektrischen Wellen auf der Reise, um von der Erde oder

von der Sonne ein Telegramm zu dieser Nachbarsonne zu befördern. — Diese Zahlen geben uns kein Bild mehr; versuchen wir es anders, verkleinern wir den Maßstab ins menschlich Greifbare: Nehmen wir einmal an, die Sonne stände von der Erde nicht weiter entfernt als eines unserer Augen vom andern, und rechnen wir aus, wie weit im gleichen Maßverhältnis dann jener Stern im Centaur von unseren Augen abstehen müßte, und wir finden, daß es noch immer über 16 Kilometer sind.

Und er ist unserer Sonne Nachbar! Selbst der Astronom, der ja das Rechnen mit gewaltigen Zahlen gewöhnt ist, greift — um die Riesenentfernungen im Weltgebäude besser ausdrücken zu können — zu besonderen Maßstäben. Er gibt die Entfernung der Fixsterne in „Lichtjahren" an. Mag tausend Kilometer fern von dir ein Licht aufblitzen, du wirst es in demselben Augenblick wahrnehmen, in dem es sich in dieser Ferne entzündet, denn die Lichtstrahlen eilen mit einer Geschwindigkeit durch den Aether, die für irdische Verhältnisse unendlich groß ist. Man hat diese Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Lichtes messen können, und hat gefunden, daß die Lichtwellen in jeder Sekunde 300 000 Kilometer resp. 40 000 Meilen zurücklegen, also in der Sekunde fast achtmal rings um den Erdball wandern können. Ihre Geschwindigkeit ist die gleiche wie die der elektrischen Wellen,

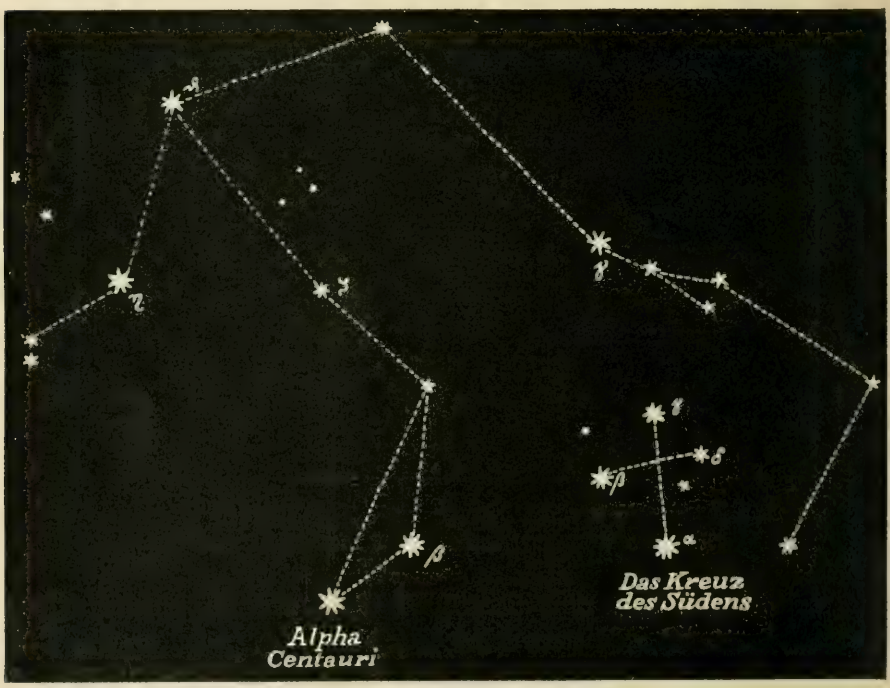


Abb. 6. Das Sternbild des Centauren mit dem uns nächsten Fixstern Alpha Centauri und das „Kreuz des Südens"

von denen wir bereits mehrfach gehört haben. Eine einfache Rechnung zeigt uns, daß das Licht nur 1 und ¼ Sekunde braucht, um vom Monde zur Erde zu gelangen, nur 8⅓ Minuten, um den Raum zwischen Erde und Sonne zu durchmessen. Die Strecke nun, zu deren Durchwanderung das Licht ein ganzes Jahr braucht, nennt der Astronom ein Lichtjahr. Da ein Jahr 31 556 926 Sekunden hat, und die Lichtwellen in jeder Sekunde 300 000 Kilometer fortschreiten, so repräsentiert ein Lichtjahr die gewaltige Strecke von 9 467 077 800 000 Kilometern, die ein Eilzug in etwa 12 Millionen Jahren durchfahren könnte. Jener allernächste Fixstern, Alpha Centauri, ist nun, wie die Messungen ergeben haben, 4,3 Lichtjahre von uns entfernt; 4,3 Jahre brauchen die Lichtstrahlen, um von ihm bis zu unserem Sonnensystem zu gelangen! Nähme in diesem Augenblick die Hand eines Allmächtigen diesen Stern vom Firmament fort, wir sähen ihn noch 4,3 Jahre an der alten Stelle funkeln, denn so lange wären die letzten Lichtstrahlen, die er vor seinem Verschwinden aussandte, unterwegs, ehe sie unser Erdenrund erreichten! Und das ist unser Nachbar! Andere Fixsterne sind zehnmal, hundertmal weiter entfernt als er. Wir vermögen nicht mehr ihre Abstände zu messen, wir können nur nach ihrer Größe, ihrer Unbeweglichkeit Schlüsse auf ihre ungefähre Entfernung machen. Der Sirius ist 9, der helle Stern „Kapella" im Sternbilde des Fuhrmanns etwa 40 Lichtjahre von uns entfernt. Für jene Sterne, die wir gerade noch mit freiem Auge erkennen können, und die der Astronom Sterne 6. Größe nennt, haben die Berechnungen eine Entfernung von rund 330 Lichtjahren ergeben; die Sternlein 8. Größe werden etwa 780 Lichtjahre entfernt sein, und jene winzigen Sternchen, die in ihrer Gesamtheit den matten Schimmer der Milchstraße hervorbringen, liegen schätzungsweise gegen 10 000—15 000 Lichtjahre fern von unserer Heimat im Weltgebäude.

Fünfzehntausend Lichtjahre! Es hat keinen Sinn, über solche Weiten nachdenken zu wollen, sie sich vorstellen zu wollen; wir begreifen sie ebensowenig wie das Infusor im Wassertropfen die Größe des Ozeans begriffe. Aber wenn wir nun wirklich bis zu diesen Sternen der Milchstraße vorgedrungen wären, so hätten wir abermals die Grenze eines mächtigen Komplexes mit den Siebenmeilenstiefeln unserer Phantasie erreicht, wie wir früher die Grenze des so unendlich viel kleineren Sonnensystems erreicht hatten! Schauen wir empor! Ueber uns am Sternenzelt spannt sich in seinem zarten Licht der Bogen der Milchstraße, aber auch am Himmel der südlichen Erdhälfte setzt er sich fort, und wir erkennen, daß es ein ungeheurer Ring ist, der um das ganze Himmelsgewölbe gelegt ist und das große Heer von Sternbildern und Sternen umschließt. Dieses gewaltige Band, das den Himmel umsäumt, besteht aus Millionen von Sternen, Millionen von Sonnen, und innerhalb seines vielleicht 30 000 Lichtjahre breiten Raumes liegen abermals neue Sonnenscharen, liegt auch unsere eigene Sonne mit

der Erde und den andern Planeten. So ist also die Milchstraße die Begrenzung, die Kante, wenn man so sagen kann, dieses mächtigen Sternenheeres, zu dem wir von der Erde aus aufsehen, ist ein System, das aus Millionen Sonnensystemen besteht, wie der Bienenstock aus tausend Waben. „Milchstraßensystem" nennt der Astronom diese Gesamtheit von Sonnenschwärmen, und wenn wir uns nun, weiter und weiter in den unendlichen Raum hinausfliegend, noch selbst über die Grenzen dieses Milchstraßensystems erheben könnten, so würden wir aus großer Entfernung endlich sehen, daß dieser ganze ungeheure Komplex von Sonnen als eine isolierte, mächtige, leuchtende Insel im Raum schwimmt, in Form einer ganz flachen Spirale. (Abb. 9.) Eine Insel, die aus annähernd 300 Millionen Sonnen besteht, eine von der andern durch ungeheure Räume getrennt, und mitten in diesem Gewühl, ein Sandkörnlein am Meere des Raumes, unsere eigene Sonne, der Fixstern, den wir umkreisen.

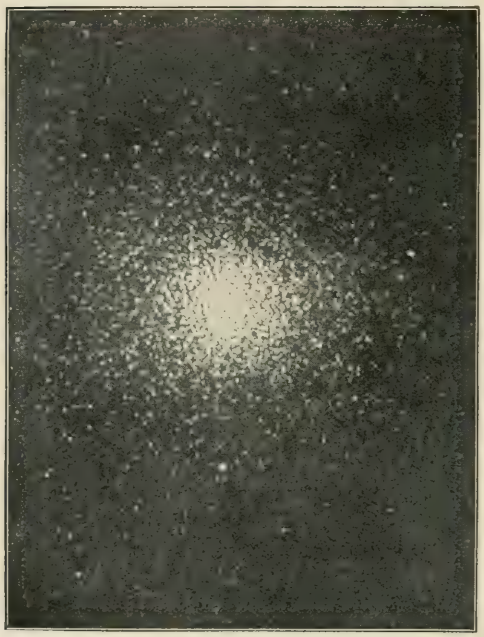


Abb. 7. Sternhaufen im Centauren

Aber auch hier ist die Welt noch nicht zu Ende! Wie jenes Hirtenbüblein im Märchen dem König antwortete, als er von ihm wissen wollte, wie lange die Ewigkeit währe: „Weit hinten im Morgenland liegt ein Diamantberg eine Meile lang, eine Meile breit, eine Meile hoch, dahin kommt alle hundert Jahre ein Vögelchen und wetzt seinen Schnabel, und wenn der ganze Berg abgewetzt sein wird, dann ist eine Sekunde der Ewigkeit verflossen" — genau so kann man von der Unendlichkeit sagen, daß die 30 000 Lichtjahre breite Milchstraßeninsel eine Schrittlänge im endlosen Raum sei. Wie die Erde und ihr Mond ein System für sich sind, wie die Sonne mit ihren Planeten abermals ein größeres abgeschlossenes Ganzes bildet, so ist auch das Milchstraßensystem wieder ein Einzelkörper im Raum. Und wie es unzählige von Erden, unzählige von Sonnen in den Tiefen des Universums gibt, so gibt es vielleicht unzählige solcher Milchstraßeninseln. Unsere Fernrohre zeigen uns in unermeßbaren Weiten jenseits des Milchstraßenringes mattschimmernde Wölkchen, die die Kraft der optischen Linsen vor unseren erstaunten Augen in ungeheure Sternhaufen auflöst, Sonnenschwärme! (Abb. 9.) Milchstraßensysteme jenseits

der Milchstraße! Wie weit sind sie entfernt? Wir wissen es nicht. Sehen wir doch schon die Sterne der inneren Partien unserer Milchstraße in dem Lichte, das von ihnen vor 3500 Jahren ausging, zu einer Zeit, als Babylon das Kulturzentrum der Welt war und Chammurabi seine Gesetze schrieb.

Viele von diesen Sternen sind vielleicht schon zu einer Zeit erloschen, als der große Nazarener sein herrliches Evangelium der Nächstenliebe predigte, das die Menschheit bis auf den heutigen Tag so wenig in seiner schlichten Größe verstanden hat, — Sonnen, die vor Jahrtausenden verglühten und deren Lichtstrahlen noch heute den Raum durchschwirren und endlich in das Auge des modernen Menschen gelangen, in dessen von elektrischen Sonnen erhellten Großstädten die Sternlein droben verblassen wie Irrlichter im Morgengrauen. Jene fernen Lichtwölkchen aber, die sich in unsern Riesenteleskopen als neue Milchstraßensysteme entpuppen, was können wir von ihnen wissen, was erfahren? Milliarden Neptunsweiten liegen zwischen ihren und unseren Welten, Hunderttausende von Jahren mag der Lichtstrahl brauchen, um diese Räume zu durcheilen in seinem gedankenschnellen Fluge; unsere Kräfte erlahmen hier, wir vermögen nicht mehr zu messen, nicht mehr zu schätzen, irrlichterierend verliert sich unser grübelnder Geist in den endlosen Fernen.

Abb. 8. Darstellung der auf dem Wasser schwimmenden Erdscheibe
Nach einem orientalischen Kosmographen des 12. Jahrhunderts

Welche ungeheuren Weiten! Wir erfassen diese Räume, diese Zahlen nicht mehr, sie lösen bei uns nur das Gefühl der eigenen Kleinheit aus, und wir erkennen, wie verloren der Punkt, der unser ganzes, der das Sein von Hunderttausenden von Generationen ausmachte, im Universum ist. Erscheint er uns nicht wie das einzelne Schneesternchen, das der Sturm einen Augenblick an unserem Auge vorüberrast mit Millionen anderen in tagelangem dichten Schneegestöber, und das im nächsten Augenblick verschwunden, zerronnen, verflüchtigt ist? Und will es uns nicht einen Augenblick erscheinen, als sei all unser Ringen und Schaffen nutzlos, als sei dieses ewige Hasten und Jagen, als sei dieser ewige Hader mit unseren Brüdern, als sei dieses blutige Ringen um einzelne Länderfetzen dieses winzigen Erdenballes ein Wahnsinn, der uns zermürbt, zerreibt, die kurze Spanne unseres Daseins mit armseligem, vergänglichem Trug ausfüllend, verkürzend?! Einen Moment fliegt es uns durch das Hirn, wie wenig die Menschheit in all den Jahrtausenden es gelernt hat, die kurze Gastfreundschaft, die uns Allmutter Natur auf diesem Sternlein bietet, in heiterer Ruhe, in edler Freude miteinander zu verbringen, aber wir erkennen auch, daß der Mensch, der kleine Parasit der Erde, mit seinem Hirn sich dieses Universum erobert hat und sich — sei's abermals nach tausend Jahren — auch zu den Zeiten ringen wird, von denen es uns seit grauen Tagen in alten schönen Liedern klingt. — „Der gestirnte Himmel über uns und das moralische Gesetz in uns!" Kant, der große Königsberger Philosoph, nennt sie mit Recht als die beiden Dinge, die uns immer wieder mit neuer Bewunderung erfüllen müssen. Was ist eigentlich wunderbarer, dieses unermeßliche Meer von Sternen, diese im Nebel der Unendlichkeit verschwindenden Scharen von Sonnen und Planeten oder das Gehirn des Menschen, der, einem Infusor in einem winzigen Wassertropfen des Ozeans vergleichbar, über seine Stellung in diesem gewaltigen Getriebe der unendlichen Natur sich Klarheit schaffen, der den Kosmos in seinem Aufbau verstehen, seine Weiten messen konnte?! — —

Drüben im Osten dämmert der Morgen. Die Sternlein verblassen allmählich, wie mit schnellen Rossen der neue Tag sich wieder dem einsamen Strande nähert. Ein leichter Süd weht über das schweigende Land, und graue Nebel weben über den Wassern. Wie sie wallen, wie sie wogen! Und wie das unermüdliche Meer Welle um Welle gegen das Ufer wirft, ruht nichts um mich her, alles, alles ist in ständiger Bewegung — Veränderung, wie in jenem Heer von Welten dort droben, durch dessen leuchtende Scharen uns zu nächtlicher Stunde an einsamem Strande das schnelle Roß unserer Phantasie trug. Und ist diese Welt um uns her nicht ebenso wunderbar, so rätselvoll als jene dort droben? Ist das unscheinbarste Blümchen zu unseren Füßen, ist das zierlich und regelmäßig geformte Schneesternchen, das einen Moment weißleuchtend auf unserem Rocke liegt und dann zerfließt, nicht ebenso rätselvoll wie die Sterne im Universum? Ist es nicht nur

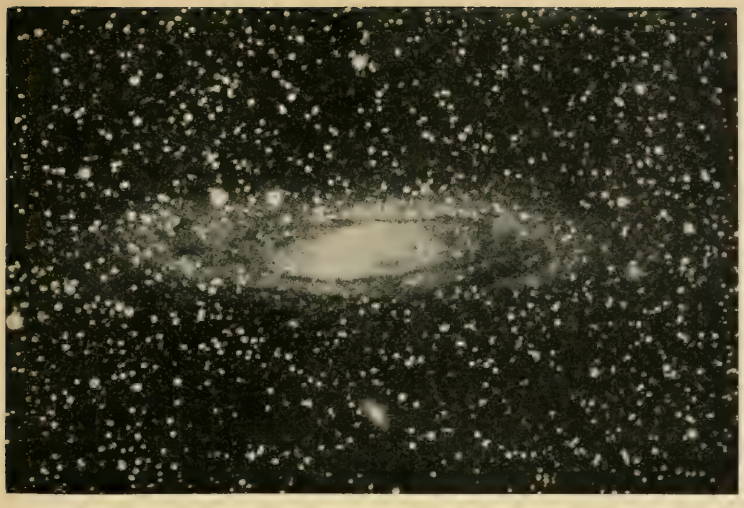


Abb. 9. Ein fernes Milchstraßensystem: Der Andromeda-Nebel

der veränderte, der ungeheuerlich große Maßstab, der uns jene flammenden Welten so grandios erscheinen läßt? Und hat nicht Schiller recht, wenn er zu den Astronomen sagt, daß nicht in den mächtigen Abmessungen und Verhältnissen, nicht „i m R a u m" das Erhabene wohnt?

Wissen wir nicht, daß auch das kleinste Gebilde auf Erden aus ungezählten Milliarden allerkleinster Körperchen besteht, die wir Atome und Moleküle nennen, und daß diese Körperchen in fortwährender Bewegung sind, selbst im scheinbar unbeweglich ruhenden Stein zu unseren Füßen? Hat uns die moderne Physik und Chemie nicht gezeigt, daß es auch sozusagen „Atomsonnen" und „Atomplaneten" gibt, die, von unendlicher Kleinheit, in jedem noch so winzigen und wie immer gearteten Körperchen, das wir zur Hand nehmen, in ungeheurer Anzahl enthalten sind, es zusammensetzen, seine Beschaffenheit bedingen? Betrachten wir unter diesen Gesichtspunkten den Kiesel zu unseren Füßen, das Salzkörnchen in unserer Hand, denken wir uns so klein wie ein Bakterium und noch hunderttausendmal kleiner, und dann als Geschöpfe auf so einem Atomplaneten in unserem Steinchen, so würden wir — mit denselben Sinnen und demselben Denkapparat ausgestattet — die Milliarden durch große Zwischenräume voneinander getrennten Atome vielleicht ebenfalls als eine Art Sternenmeer wahrnehmen, das, wie jenes große am Himmel des Menschen, gleichfalls in ewiger Bewegung, Veränderung sich befindet. Für ein solches Wesen auf einem Atom in einem Steinchen wäre die Gesamtheit der den Stein bildenden Atome auch so eine Art Milchstraßensystem, und es ist mehrfach von originellen Denkern der Gedanke ausgesprochen worden, daß jene Bewohner eines Atoms ihr Atomweltall vielleicht für die einzige existierende Welt halten könnten,

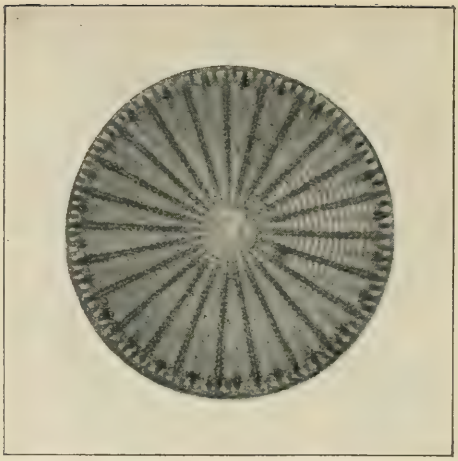


Abb. 10. Photographie einer Diatomee
250 mal vergrößert

wie wir das Heer von Sonnen und Sonnensystemen über uns für das Weltall ansehen, außer dem nichts ist.

Ein bizarrer, seltsamer Einfall! Und doch, wo ist schließlich der absolute Maßstab im großen Naturgeschehen, was ist „groß", was ist „klein"? Wir können uns ebensogut, wie wir uns die Atomwelt denken, eine Welt vorstellen, deren Maßstab im selben Verhältnis wie jene ins Kleine, ins unermeßlich Große geht, und deren Bewohnern wiederum unser Milchstraßensystem mit seinen Millionen Sonnen ein kleines Körperchen ist, in dem die einzelnen Sterne als Atome erscheinen! Bizarre Gedanken! Es will uns scheinen, als versänken wir ins Wesenlose, in ein ungreifbares Schattenreich nebelhaft zerfließender Phantasien, in dem all unser Denken, Streben, Ringen, unser ganzes Sein, Können und Wollen versinkt, in aschgraue Unermeßlichkeiten. Aber da nun drüben im rosenroten Morgen der erste Sonnenstrahl sieghaft hervorbricht und die Nebelschwaden über dem Wasser in Nichts zerflattern, will es uns dünken, als hätte ein seltsamer Traum unsere Sinne umstrickt. Die Welt, die wir uns eben beinahe hinwegdisputiert hatten, liegt vor uns in ihrer reinen Morgenfrische, und — mag sie für einen unsterblichen Geist, der aller Welten Welten im absoluten Sinne zu bewerten weiß, sein, was immer sein mag — für u n s ist sie das Fundament unseres Daseins, Schaffens, unserer Entwicklung. Und mit dem Trupp junger Wanderer, den der junge Tag drüben aus dem Fischerdörfchen zu froher Morgenwanderung herausgelockt hat, schreiten auch wir dem Licht entgegen und singen: „Wie bist du doch so schön, o du weite, weite Welt!"

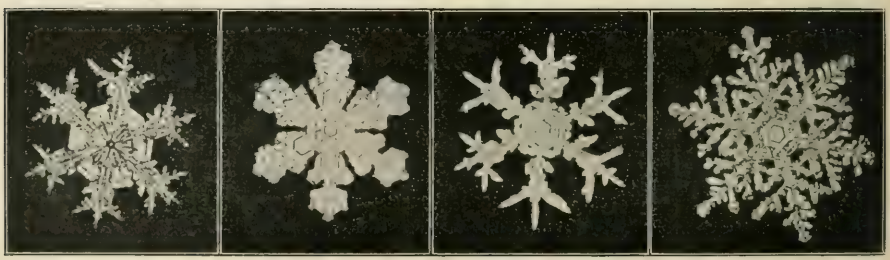
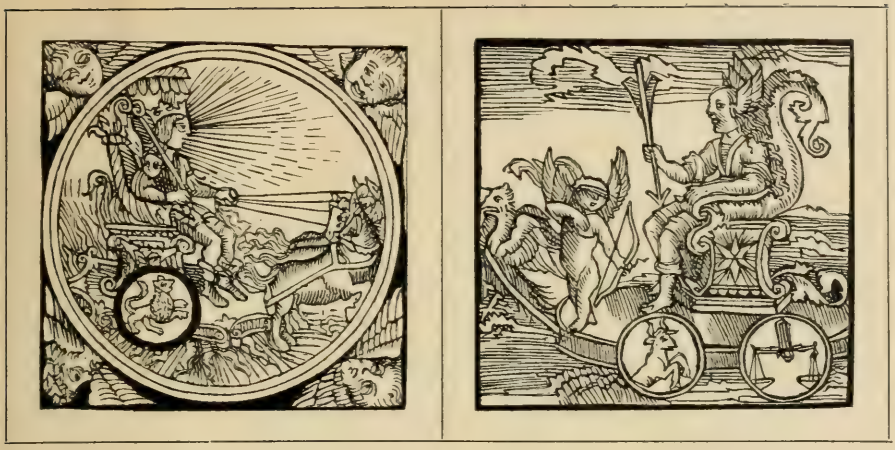


Abb. 11. Schneesternchen in starker Vergrößerung



„Schwatzet mir nicht so viel von Nebelflecken und Sonnen!
Ist die Natur nur groß, weil sie zu zählen euch gibt?
Euer Gegenstand ist der erhabenste freilich im Raum,
Aber, Freunde, im Raum wohnt das Erhabene nicht."
(Schiller: „An die Astronomen.")

Von der Astronomie und den Astronomen

Wie das Publikum die Tätigkeit des Astronomen beurteilt. Ansichten der Realisten und Idealisten. Die Tätigkeit des praktischen Astronomen ist nicht allzu poetisch. Die Großartigkeit der Astronomie und ihr Einfluß auf den Menschen. Die materielle Stellung des Astronomen. Anzahl der Sternwarten und Astronomen. Sternwartenstiftungen in Amerika. Alter der Himmelskunde. Ein kurzer geschichtlicher Ueberblick über die Entwicklung der Astronomie seit den ältesten Zeiten. Was zu einem tüchtigen Astronomen gehört. Per aspera ad astra. Von Handwerkern, Bauern und Beamten, die Astronomen wurden. Spezialisierung der Wissenschaft.

Von der Astronomie, der Wissenschaft von den leuchtenden Sternen im weiten Himmelsraum, und den Astronomen, den Vertretern dieser Wissenschaft, haben die Menschen meist eine gar sonderbare Vorstellung. Die widersprechendsten Meinungen über die Tätigkeit und den Beruf des Astronomen herrschen, und je nachdem, ob jemand idealistisch oder realistisch veranlagt ist, wird er bewundernd oder achselzuckend von der Sternkunde und dem, der sie ausübt, sprechen. So ein Astronom, der da oben auf dem Monde besser Bescheid weiß wie andere Sterbliche hier unten auf der Erde, muß doch ein ganz besonders närrischer Kauz sein! Was in aller Welt gehen uns jene Sterne an, die dort unerreichbar fern von uns schweben und ja in der Tat ganz schön aussehen aber sonst doch herzlich wenig Bedeutung für uns haben! Und nun kommen diese Sterngucker daher und schauen Nacht

für Nacht mit ihren Riesen-Fernrohren hinein in dies Sterngewimmel, zählen dem lieben Gott die Himmelslichter nach und passen auf, daß keines verloren geht. In kalter Winternacht, wenn alles schläft, sitzen diese kuriosen Leute auf ihrem Observatorium und gucken frierend in den Mond; was für eine verrückte Passion! — So ungefähr urteilt ein ziemlich beträchtlicher Teil des großen Publikums über den Astronomen und seine Tätigkeit, die man für eine ganz brotlose Kunst hält.

Dann aber gibt es einen andern Teil des Publikums, der den Astronomen mit ganz andern Augen betrachtet, ihn für ein kleines Wundertier hält und mit gewisser Ehrfurcht und Bewunderung anstaunt. Das muß doch ein ganz besonders interessanter Mensch sein, so sagen sich jene Verehrer der astronomischen Forschung, der da oben in jenen weiten Räumen des Universums Bescheid weiß, in denen die Weltenkugeln seit Jahrmilliarden schweben; er kennt ihren Gang, berechnet bis auf die Sekunde ihren Lauf und weiß, was auf ihren Oberflächen vor sich geht. Wie groß muß ein Mensch sein, der mit unendlichen, unmeßbar großen und unmeßbar lange währenden Dingen tagtäglich umgeht, wie mag er, dessen Blick sich in der Unendlichkeit verliert, in der der Erdball zu einem Stäubchen wird, über die kleinlichen Dinge des täglichen Lebens denken? Kann es wohl etwas Schöneres, etwas Erhabeneres und Poetischeres geben, als jenen fernen Welten, die in den Tiefen der Unendlichkeit schweben, nachzuspüren, den Blick zu richten auf die stille, starre Gebirgswelt des Mondes mit ihren ragenden Felszinnen, ihren tiefen Schluchten, über die die Sonnenstrahlen hinwegzittern? Die Planetenkugeln, umkreist von ihren Monden, im Raume schweben zu sehen, und von der kleinen Erde mit den Gedanken hinauszuschweifen in die Sternenräume, wo sich die Sonnen wie Diamantsplitter zu Tausenden zusammendrängen zu einer nebelhaften Wolke von Weltsystemen, in Entfernungen, die der eilende Strahl des Lichtes in Jahrtausenden kaum durchmessen mag! — Wie oft habe ich diese und ähnliche begeisterte Worte in anregender Gesellschaft gehört, wenn man erfahren hatte, daß ich mit der Göttin Urania auf vertrauterem Fuße lebe als andere Sterbliche.

Ei nun! Gar so poetisch ist es gar nicht, wenn man praktisch als Astronom arbeitet. Man denke sich eine Winternacht! Das Thermometer sinkt beständig; von 10 auf 12, von 12 auf 15 Grad minus. Alles ist einsam, alles in der weiten Runde schläft! Im Park knirschen die Äste unter dem Eispanzer, der sich immer fester um sie schließt. Nur oben in dem kalten, eisigen Kuppelraum — denn Sternwarten dürfen nicht geheizt werden, um die Erwärmung der Meßinstrumente zu verhindern — steht der Astronom an seinem Fernrohr, dessen eiserne Stangen und Hebel sich fast wie Eiszapfen anfühlen. Durch den Kuppelspalt pfeift der Wind, und Reif legt sich um Bart und Augenlider. Da steht er nun, der einsame Mann, vielleicht

von 10 bis um 3 Uhr, ans Fernrohr gebannt. Aber nicht die stille Welt des Mondes, nicht die Planetenoberflächen mit ihren Wolkenzügen, ihren Meeren und Ländern, nicht die schimmernden Sternhaufen bewundert er träumend, sondern ein ganz harmloses, winziges Sternchen, das selbst in

Abb. 12. Der populärste Astronom Frankreichs, Camille Flammarion, in seiner Sternwarte zu Juvisy bei Paris

seinem Riesenopernglucker kaum erkennbar ist und ihm Augenschmerzen verursacht, verfolgt er, fortwährend seinen Abstand von den Meßfäden des Fernrohres kontrollierend. Beständig zählt er die Schläge der nahen Pendeluhr, die ihm sagt, ob denn jener winzige Lichtpunkt auch getreulich der ihm von den Berechnern vorgeschriebenen Bahn folgt, und im Dunkel

notiert er die Mikrometerablesungen und die gezählten Sekundenschläge der Uhr, während die Sterne glitzernd zum geöffneten Beobachtungsraum hereinfunkeln, leise das Uhrwerk summt, das das große Fernrohr im Kreise dreht, während die Quecksilbersäule im Thermometer noch immer sinkt, und das Blut trotz des Pelzes und der dicken Tuchstiefel bedenklich kühl bleibt bei all der Schönheit des gestirnten Himmels. (Abb. 44.)

Und doch! Man ist zufrieden; gleich wird die letzte Ablesung gemacht werden können, dann hat man's für heute überstanden. O weh! Eine Wolke steigt plötzlich auf, sie überlagert gerade die zu beobachtende Himmelsstelle! Grau in Grau! Da dringt kein Fernrohr durch. Der Stern verschwindet hinter den Kulissen des Welttheaters, und man hat einige Stunden umsonst in der Kälte da oben gestanden, denn die wichtige Schlußbeobachtung konnte dieser elenden Wolke wegen nicht gemacht werden.

Man muß es morgen noch einmal versuchen!

Und ein anderes Bild! Draußen scheint freundlich die Sonne. Am grünen Tisch sitzt der Astronom. Vor sich einen Wust von mathematischen Formeln, von langen Papierstreifen mit telegraphischen Zeitnotizen, die der „Observator" nachts am Fernrohr aus seinen Beobachtungen gewonnen. Eine langwierige, komplizierte Berechnung ist auszuführen, tausend Werte geschickt miteinander zu verknüpfen, so daß endlich aus dem Wirrwarr von algebraischen Zeichen, aus dem Heer von Orts- und Zeitbestimmungen die Bahn und die Umlaufszeit des Gestirns zutage tritt. Da sitzt er, der Zahlenmensch, die lebende Rechenmaschine; er hat jenes interessante Gestirn

Abb. 13. Eine Volkssternwarte: die „Urania" zu Berlin

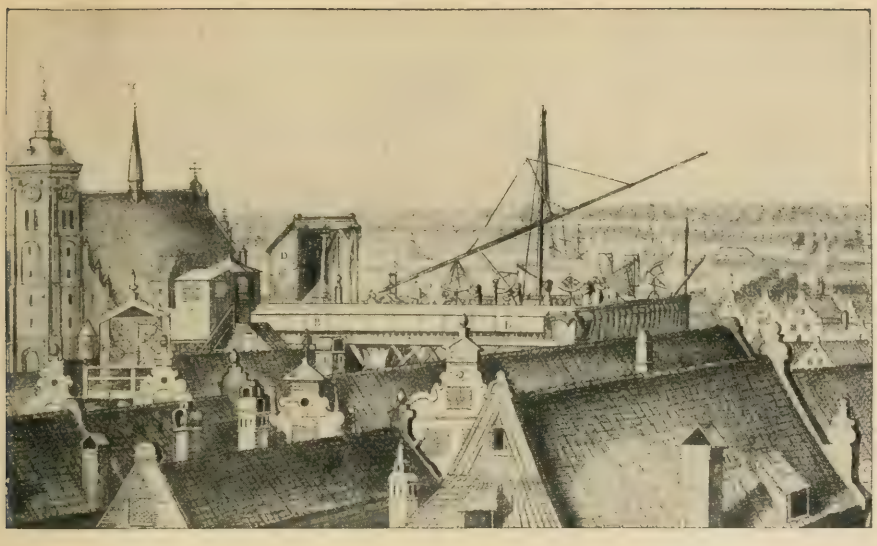


Abb. 14. Hevels Sternwarte zu Danzig im Jahre 1640
Aus Hevels „Machina Coelestis“

gar nicht gesehen, sein Kollege hat es beobachtet im Fernrohr, er aber führt die Rechnung aus. Es ist wie in einer großen Fabrik; dieser schneidet zu, jener heftet es zusammen.

Nichtsdestoweniger nennt man die Sternkunde mit Recht die Königin unter den Wissenschaften, und wer einmal der Göttin Urania tief in die Augen geschaut hat, den läßt es nicht wieder los, der ist ihr verfallen bis zum Ende seiner Tage, selbst wenn es die äußeren Verhältnisse ihm nicht gestatten sollten, ihr praktisch zu dienen. — „Zwei Dinge sind es“ — sagt Immanuel Kant, der große Königsberger Philosoph — „die mich mit immer neuer und zunehmender Bewunderung erfüllen: das moralische Gesetz in mir und der gestirnte Himmel über mir!“ Und einer der bedeutendsten Pädagogen aller Zeiten, Diesterweg, war der Ansicht, daß nichts so sehr geeignet sei, den Geist des Menschen, vor allem des heranwachsenden Menschen, zu läutern und zu erheben, als die Beschäftigung mit der Himmelskunde. „Die Astronomie,“ sagt er, „ist eine erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Darum sollte sie keinem, auch nicht einem Menschen vorenthalten werden.“

Gerade der Umstand, daß sie kein sogenanntes Brotstudium ist, das seinen Mann gut ernährt, bewirkt, daß sich ihr nur Menschen widmen, denen eine tiefe Liebe zur Natur, ein über die materiellen Dinge weit hinweg denkender Sinn eigen ist. Leider sind nach langjährigem Studium die Anstellungsaussichten für einen Astronomen, besonders bei uns zulande, herzlich schlechte, und auch die Gehälter an den Sternwarten recht geringe. So kommt

Abb. 15. Die Lick-Sternwarte auf dem Mount Hamilton in Kalifornien

es, daß gar mancher, der sich dieser schönen Wissenschaft ergeben, ohne mit Glücksgütern gesegnet zu sein, schweren Herzens in reiferen Jahren von des Lebens Härten gezwungen wird, sie wieder aufzugeben, um seine wissenschaftlichen Kenntnisse als Gymnasiallehrer, als Mathematiker, Geometer usw. zu verwenden. Freiligraths Wort: „Manchen hab' ich so gekannt, nach den Sternen ging sein Streben, — Tief im Staube, von der Hand in den Mund doch mußt' er leben . . ." trifft hier zuweilen fast wörtlich zu.

Die Zahl der Sternwarten ist ja nur eine geringe. Nach der letzten Zählung gibt es auf der ganzen Erde 479 Sternwarten, von denen aber etwa ein Drittel wieder Privatsternwarten sind, an denen nur der Besitzer selber tätig ist. Die Zahl der Berufsastronomen auf der ganzen Erde mag etwa 500 betragen, und es ist somit der Astronom ein ziemlich seltener Vogel. Besonders im lieben deutschen Vaterlande ist es mit den Aussichten auf eine Anstellung recht schlecht bestellt. Die Sternwarten sind dünn gesät und zum Teil noch recht sparsam besetzt. Leider zeigt sich in unserem Lande auch nicht jene Generosität der wohlhabenden Kreise dieser Wissenschaft gegenüber, wie wir sie in Amerika so häufig finden. „Kein augustisch Alter blühte, keines Mediceers Güte lächelte der deutschen Kunst" sagt Schiller, aber er hätte das gleiche auch von der deutschen Wissenschaft sagen können. Und wenn wir sehen, wie Multimillionäre dort drüben im „Lande der unbegrenzten Möglichkeiten" Millionen für die Gründung großer Sternwarten und Riesenfernrohre stiften, muß man mit Altmeister Goethe ausrufen: „Amerika, du hast es besser als unser Kontinent, der alte." Die von dem ehemaligen Orgelbauer James Lick auf dem Mount Hamilton in Kalifornien

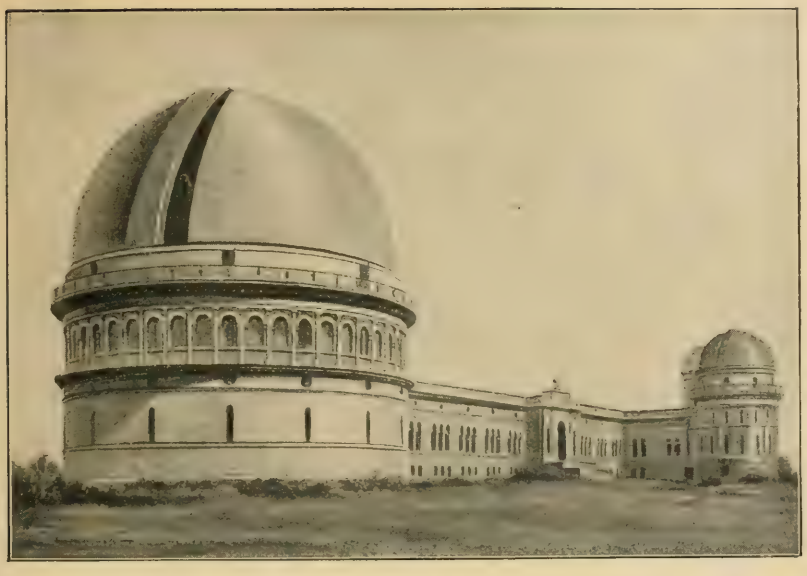


Abb. 16. Das Yerkes-Observatorium bei Chicago

gestiftete Sternwarte (Abb. 15), die zweitgrößte der Welt, kostete fünf Millionen Mark, und die von dem Eisenbahnkönig Yerkes geschenkte wunderbare Sternwarte am Lake Geneva in Wisconsin, das sogenannte Yerkes-Observatorium, wurde mit einem Kostenaufwande von rund zwei Millionen Dollar erbaut. (Abb. 16.) Schenkungen von Instrumenten im Werte von hunderttausend Mark sind in Amerika nichts Seltenes, und eine reiche Freundin der Himmelskunde, Miß Bruce, die in Amerika viele Schenkungen machte, hat sogar einer deutschen Sternwarte, dem Observatorium in Heidelberg, ein Teleskop überweisen lassen! Eine erfreuliche Ausnahme bildete bei uns das kleine Häuflein der Volksbildung zugetaner Männer, die — angeregt durch die Astronomen Foerster und M. W. Meyer, die Berliner „Urania" ins Leben riefen, eine Volkssternwarte par excellence (Abb. 13), die aber heute leider keinen Gönner findet, der weiter hilft. Bei Entstehung einer zweiten Volkssternwarte, der „Treptower Sternwarte" bei Berlin, die der Initiative des Astronomen Archenhold ihre Entstehung verdankt, hat der gerade im Arbeiterpublikum und beim sogenannten „kleinen Mann" vorhandene ungeheure Bildungsdrang kräftig mitgewirkt. Mit einer hocherfreulichen Opferwilligkeit haben hier die wirtschaftlich Schwachen unter uns eine Sternwarte bauen helfen.

Man kann wohl sagen, daß die Astronomie so alt ist wie die Menschheit selber. Jene funkelnden Lichter haben sicher schon in den allerältesten Zeiten der Kultur die Augen des Menschen auf sich gelenkt, seinen Geist beschäftigt.

Dem einfachen Naturmenschen waren sie zu allen Zeiten, sind sie heute noch Wegweiser, und wenn in den ältesten Zeiten die Beobachtung der Sterne wohl nur zum Zwecke der Orientierung auf Reisen zu Wasser und zu Lande, sowie zur Zeitbestimmung diente und die Astronomie sozusagen eine Kalenderwissenschaft war, aus diesen Anfängen entwickelte sich mit dem Fortschreiten der Kultur die Himmelskunde zu der Höhe, die sie heute einnimmt. Schon im dritten Jahrtausend vor Beginn unserer Zeit wurden — nach alten chinesischen Chroniken — unter Anleitung des Kaisers Fu-hi in China die Gestirne beobachtet; die Babylonier, die Aegypter, die Griechen, sie alle suchten dem Himmel seine Geheimnisse zu entlocken. (Abb. 3.) Aristyll bestimmte schon 300 Jahre vor Christo die Lage der hauptsächlichsten Sterne am Himmelsgewölbe, Aristarch versuchte schon wenige Jahrzehnte später die Entfernungen der Sonne und des Mondes zu berechnen, und schon sechs Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung lehrten Pythagoras und seine Schüler, daß die Erde keine Scheibe sei, vom Ozean umflossen, wie man bisher geglaubt, sondern eine Kugel. Sie zerstreuten so langsam die durch Thales von Milet und seinen Schüler Anaximander vertretene Ansicht, daß der Himmel eine große über die Erde gestülpte Kristallglocke wäre, an der die Sterne als Nägel mit güldenen Köpfen befestigt seien.

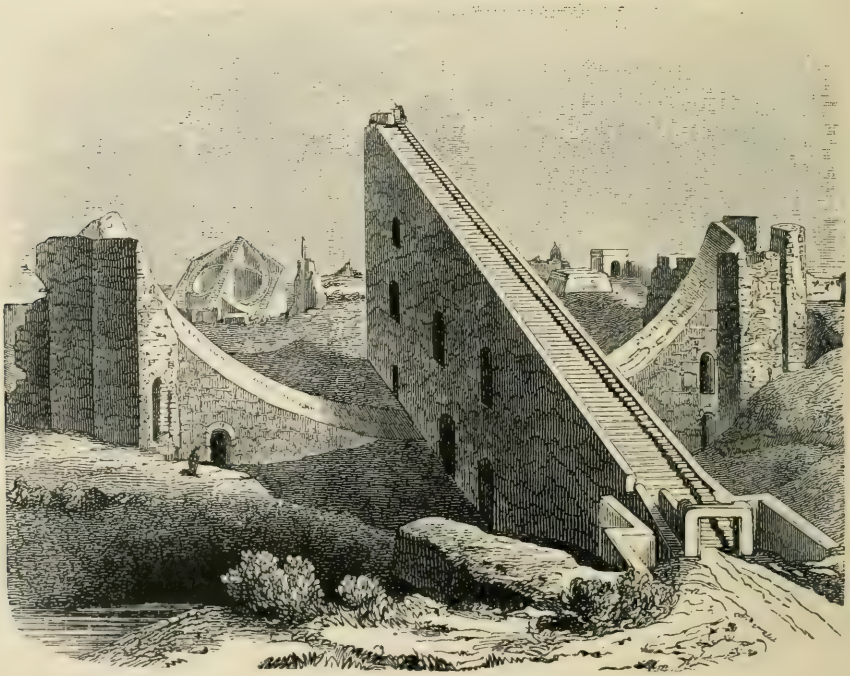


Abb. 17. Alte indische Sternwarte zu Delhi

Aristarchs durchdringender Geist erkannte auch schon um 300 vor Christo, daß sich die Erde um ihre Achse drehe und um die Sonne wandere im Laufe eines Jahres; aber für diese große Wahrheit war die Menschheit noch nicht reif, und nach wie vor galt die Erde als der ruhende „Mittelpunkt der Welt", um den sich die Sterne drehten. Eratosthenes bestimmte zum

Abb. 18. Alter Astronom bei der Beobachtung des Himmels
Naive Darstellung aus einem Werke vom Anfang des 17. Jahrhunderts

ersten Male (230 v. Chr.) die Größe der Erdkugel, und der bedeutende Astronom Hipparch machte damals schon den ersten großen Sternkatalog, der uns noch heute wichtige Schlüsse auf die Ortsveränderung der Sterne ziehen läßt. Anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung schuf dann der große Ptolemäus sein zusammenfassendes Werk über alles, was man damals von den Sternen wußte, berechnete sehr genau Sonnen- und Mondfinsternisse und stellte sein Weltsystem auf*).

*) Siehe den Abschnitt „Unsere Heimat im Weltenraum".

Es kam eine Zeit des Verfalls der Wissenschaft in Griechenland. In politischen und kirchlichen Streitigkeiten gingen die alten großen Gelehrtenschulen zugrunde, und die Kriegsfackel leuchtete grell durch die Lande. Im Sumpf des Aberglaubens, in der Astrologie oder Sterndeuterei ging die Himmelskunde unter, nur bei den Arabern, die damals zu großer Macht gelangt waren, fand die Astronomie vom 8.—11. Jahrhundert nach Christo eine Heimstätte. Im 13. Jahrhundert errichteten mongolische Fürsten in

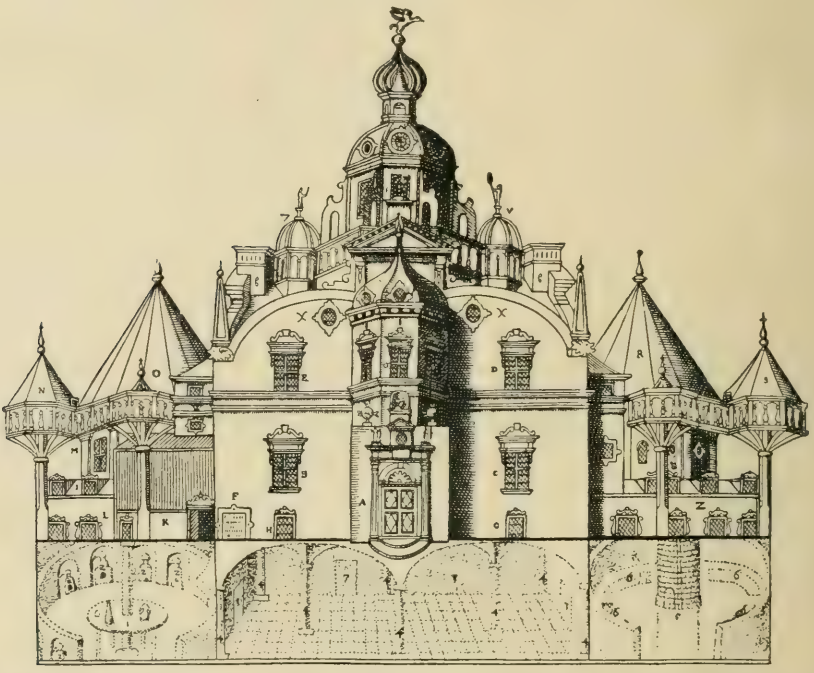


Abb. 19. Die Sternwarte Tycho Brahes „Uranienborg" auf der Insel Hven
Vom Jahre 1576

Persien mehrfach Sternwarten, und 1471 gründeten Regiomontan und Walter (zu Nürnberg) die erste deutsche Sternwarte. Zwei Jahre später erblickte zu Thorn der Mann das Licht der Welt, der der Reformator der Astronomie werden sollte, die Erde aus dem Mittelpunkt der Welt warf und die wahren Verhältnisse und Bewegungen der Erde und der anderen Planeten im Sonnenreiche erkannte und vertrat: Nikolaus Kopernikus*). Als sein Stern verblaßte, ging ein neuer auf, Tycho Brahe, der große dänische Astronom und hervorragendste Beobachter der alten Zeit, wurde geboren (1546), und auf seiner herrlichen Sternwarte „Uranienborg" (Abb. 19) durchforschte er die Himmelsräume. Sein Zeit-

*) Siehe den Abschnitt „Unsere Heimat im Weltenraum"

genosse war der große Kepler, der endlich der Lehre des Kopernikus zum Siege verhalf und seine epochemachenden Gesetze der Planetenbewegung fand. 1608 wurde dann das Fernrohr erfunden, mit dem gleich Galileo Galilei seine wichtigsten Entdeckungen machte, und nun, wo das wunderbare Instrument gefunden war, das uns die fernen Sterne näherrückte, begann eine ganz neue Epoche für die astronomische Wissenschaft. Entdeckung auf Entdeckung folgte. Hervorragende praktische Astronomen und Beobachter:

Abb. 20. Nikolaus Kopernikus

Hevel, Halley, Cassini, Herschel, mathematische Genies und scharfsinnige Theoretiker, wie Euler, Gauß, Laplace, Lagrange (siehe Porträts) schufen den Wunderbau, an dem die neuere Zeit mit unermüdlichem Fleiße weiterbaute, wesentlich gefördert durch den gewaltigen Aufschwung der Naturwissenschaft im achtzehnten Jahrhundert überhaupt, der Instrumente und Methoden neu schuf oder verbesserte, unseren Blick ins Ungeahnte erweiterte. Was wäre die Astronomie resp. Astrophysik heute ohne die Spektralanalyse, jene von Kirchhoff und Bunsen 1859 entdeckte Methode, die uns in den Stand setzt, aus dem Lichte der Himmels-

körper ihre chemische Zusammensetzung, ihre Beschaffenheit zu ergründen*). Welchen ungeheuren Wert auch hat die Photographie für die Erforschung des Himmels.**) Es ist unmöglich, mit wenigen Strichen dieses gewaltige Gemälde des Fortschritts zu malen, er ist wie ein einziger großer Siegeszug, und wenn auch all unser Wissen Stückwerk ist und bleiben wird und wir den ewigen, großen Rätseln der Natur mit unseren „Hebeln und Schrauben"

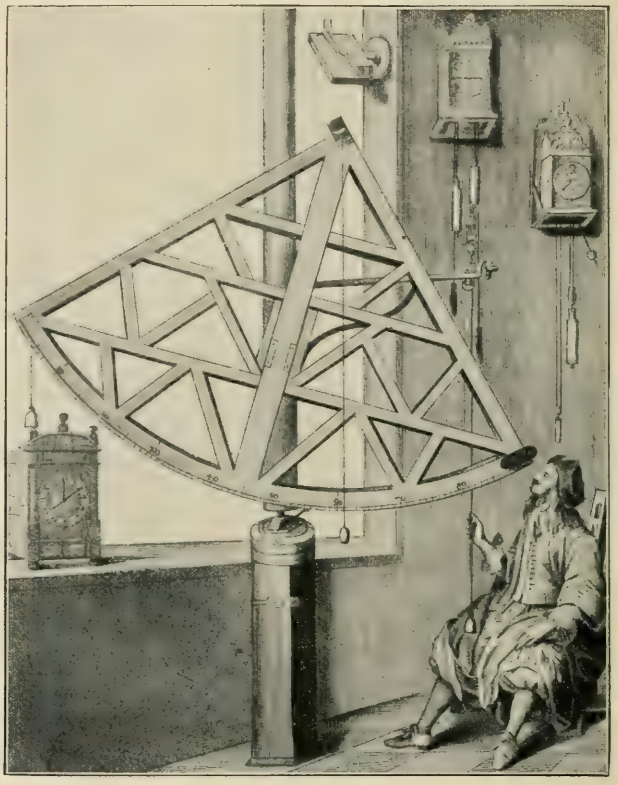


Abb. 21. Hevel mißt am großen Quadranten Sternenhöhen

nicht um Haaresbreite näherrücken, so eröffnen sich uns doch leuchtende Perspektiven, und wer möchte nicht, ein ruheloser Ahasverus, Jahrhunderte leben, um den Fortschritt des Wissens der Zukunft weiter verfolgen zu können.

Daß man Künstler nicht l e r n e n kann, daß man mit den Talenten, die den großen Maler, Musiker, Schauspieler ausmachen, g e b o r e n werden muß, darüber ist sich niemand im unklaren; ich möchte aber behaupten, daß auch dem Menschen, der einmal ein wirklich tüchtiger Naturforscher werden soll, bereits die hierzu notwendigen Fähigkeiten mit in die Wiege

*) Siehe den Abschnitt „Was das Prisma von den Sternen mitteilt".
**) Siehe den Abschnitt „Die Photographie als Gehilfin der Astronomen".

Abb. 22. Johannes Kepler

Abb. 23. Tycho Brahe

gelegt sein müssen. Es ist ein großer Irrtum, wenn man, wie es allerdings zumeist der Fall ist, meint, man könne das alles lernen; wer die Talente nicht mitbringt, wird nach absolviertem Studium gewiß schlecht und recht seinen Platz ausfüllen, aber er wird eben der wissenschaftliche Durchschnittsarbeiter sein, an dem unser Zeitalter so überreich ist. Zum Naturwissenschaftler gehört eine gute Beobachtungsgabe, ein logischer Geist, und vor allem ein philosophischer Kopf, der nicht — ein wissenschaftlicher Handwerker — in

Abb. 24. Galileo Galilei

der Enge seiner Spezialstudien untergeht, sondern mit weitem Blick das Weltganze zu überschauen versucht, seine speziellen Forschungen richtig in das große Allgemeine einzureihen versteht. Das gilt besonders auch vom Astronomen; auch zum Astronomen muß man gewissermaßen geboren sein. Es gibt Menschen, die sich absolut nicht in kosmische Anschauungen hineinzuleben vermögen, sich — wenn ich so sagen darf — nicht vom Irdischen frei zu machen, nicht über das Irdische hinwegzudenken vermögen. Es mangelt ihnen ein Etwas, das ich den höheren Raumsinn nennen möchte, ohne den das Hineindenken in das Universum mit seinen rollenden Welten unmöglich ist. Mathematische Begabung, ein scharfes Auge und eine nicht gewöhnliche Geduld (denn es gibt für den praktischen Astronomen sehr häufig Situationen, wo nur Geduld und abermals Geduld zum

Ziele führen kann), sind in erster Linie vonnöten. — Daß die Liebe, Hinneigung und Begabung zum Berufe des Astronomen in der Tat meist angeboren ist und nur eines äußeren Anstoßes bedarf, um bewußt zu werden, um sich dann aber auch nicht mehr zurückdrängen zu lassen, beweisen die vielen, wohl in keiner anderen Wissenschaft so häufig zu beobachtenden Fälle, daß Leute aus den fernliegendsten Berufen und Lebensverhältnissen: Handwerker, Kaufleute, Beamte, Bauern, sich der Sternkunde widmen. Eine ganze Anzahl der hervorragendsten Astronomen hat diesen Weg „Per aspera ad astra" *) gemacht. Das freilich in einer Zeit, die — so seltsam das klingt — weniger liberal dachte als es heute der Fall ist, wo es auch genug Astronomen gibt, die es trotz der Beschäftigung mit dem Unendlichen an Philiströsität mit jedem Kleinstadtphilister aufnehmen können und wahrscheinlich sehr die Nase über solche „Gevatter Schneider und Handschuhmacher" rümpfen würden.

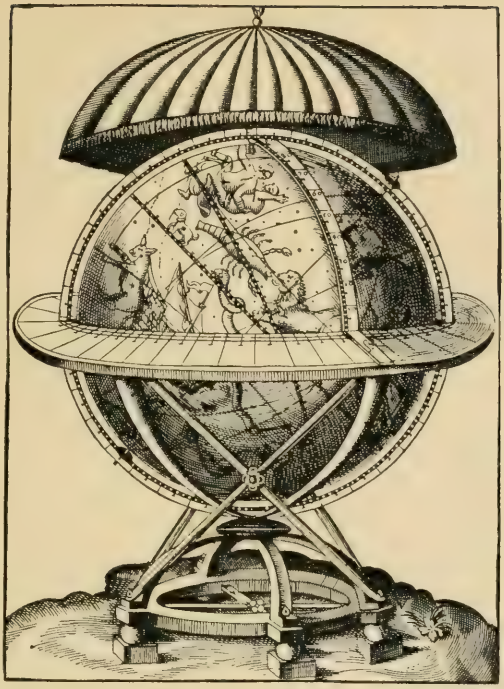


Abb. 25. Himmelsglobus
gefertigt von Tycho Brahe

Es sei nun gestattet, von solchen interessanten Persönlichkeiten einiges zu erzählen, und eine solche Betrachtung wird im Zeitalter der Klassenkämpfe aus mehr als einem Grunde Beachtung verdienen.

Da ist z. B. Wilhelm Herschel, der größte beobachtende Astronom des 18. Jahrhunderts. Als Sohn eines unbemittelten Musikers zu Hannover geboren, wurde er selbst Hoboebläser in der Regimentskapelle eines Hannoverschen Grenadierregiments, mit dem er später nach England zog, um bald darauf den Dienst im Regiment ganz aufzugeben. Als Musiklehrer schlug er sich kümmerlich durch und leitete später die Stadtkapelle in Bath. Seit langen Jahren aber hatte sich der arme Musiker schon für die stille Welt der Sterne dort oben interessiert, und in freien Stunden hatte er sich über jene Dinge recht eingehend unterrichtet. Da es ihm an Mitteln

*) „Auf rauhen Wegen zu den Sternen."

zur Beschaffung eines Fernrohres fehlte, beschloß er, sich selbst ein solches zu bauen, und er hat in der Tat eine ganze Anzahl Teleskope, zum Teil von ganz gewaltigen Dimensionen, gebaut, mit denen er den Himmel durchmusterte. Da gelang ihm Anfang 1781 jene große Entdeckung, die ihn — ganz abgesehen von allen weiteren Leistungen — allein schon unsterblich gemacht hätte; er fand einen neuen Planeten jenseits des Saturn, den „Uranus". Diese großartige Entdeckung brachte ihm tausend Ehren. Der König von England ernannte ihn zum königlichen Astronomen und setzte ihm ein Jahresgehalt von 200 Pfund Sterling aus. In der Nähe von Windsor baute er nun seine Riesenteleskope auf und machte mit ihnen eine Unzahl von Entdeckungen allerersten Ranges. 1822 starb dieser große Himmelsforscher, der einst ein armer Militärmusiker gewesen, und die gebildete Welt wußte, daß mit ihm ein Meister der astronomischen Beobachtungskunst ins Grab gesunken, wie ihn die Welt seit Tycho Brahe nicht gesehen.

Ganz ähnlich war es mit Urbain Leverrier, dem großen französischen Astronomen, der 1877 als der erste Astronom Frankreichs, nämlich als Direktor der Pariser Sternwarte, starb. Leverrier war Steuerbeamter bei der Tabaksregie, hatte sich aber vorher viel mit Ingenieurwissenschaften beschäftigt, und war das, was man ein „mathematisches Genie" zu nennen pflegt. Mit außerordentlichem Scharfsinn machte er sich an die schwierige Aufgabe heran, gewissen Störungen, die der Planet Uranus in seinem Lauf um die Sonne zeigte, auf den Grund zu kommen, und kam endlich nach monatelangen, äußerst komplizierten Berechnungen zu dem Schluß, daß jenseits des Uranus noch ein bisher unentdeckter Planet stehen müsse. In der Tat fand Galle in Berlin 1846 genau an dem Ort, den Leverrier angegeben hatte, den Planeten (er hat den Namen Neptun erhalten) am Himmel auf. An seinem Schreibtisch, „mit der Spitze seiner Feder", hatte Leverrier diesen fernen Weltkörper, den nie vorher ein Auge gesehen, entdeckt. Diese Tat ist ein Triumph der mathematischen Wissenschaft, wie er größer nicht gedacht werden kann, und beweist zugleich, wie genau uns die Gesetze, nach denen sich die Planeten um die Sonne bewegen, bekannt sind. Nicht zum mindesten aber verdankt die moderne Astronomie diese genaue Präzisierung der Planetenbewegungen den Arbeiten Leverriers.

Die Göttin Urania ist eine gar verführerische Dame; wen sie mit ihrer Schönheit einmal bezaubert hat, den läßt sie — wie gesagt — nicht wieder los. Sein Geist schwebt von nun an in ihrem Sternenreich, was freilich nicht hindert, daß der zu diesem Geist gehörige Körper des öftern auf recht kräftige Weise daran erinnert wird, daß er eigentlich auf der Erde heimatberechtigt ist. Jene Verführungskunst der Himmelsgöttin hat sich des öfteren auf die allerseltsamste Weise und unter den erschwerendsten Umständen bewährt. Zum Exempel: Zu einem Gelehrten in Tondern kam hin und wieder ein junger Uhrmacher, der im Hause mancherlei Reparaturen

vorzunehmen hatte. Einst mußte der junge Handwerker längere Zeit bei dem gelehrten Herrn warten und griff, um sich die Zeit zu vertreiben, nach einem Buch, das auf dem Tische lag. Es war eine mathematische Abhandlung, gespickt mit verzwickten algebraischen Formeln und geometrischen Figuren. Jeder andere hätte das Buch mit Grausen wieder zugeklappt, aber der junge Uhrmacher, sein Name war Peter Hansen, fand Gefallen daran, ja, er bat sogar den Gelehrten, ihm das Buch zu leihen, und lieh sich später immer weitere Werke. Die Göttin Urania hatte Hansen

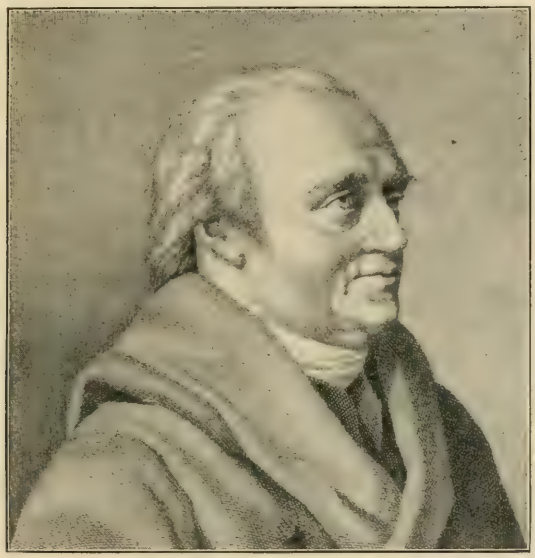


Abb. 26. Wilhelm Herschel

während seines Antichambrierens im Hause des Gelehrten angeblitzt, und da half kein Sträuben, der junge Mann war rettungslos verloren, er mußte Astronom werden und wurde es auch. Seinen Uhrenladen in Tondern gab er auf, was auch die besorgten Verwandten über die „Narrheit" redeten. — Und Hansen wurde ein ganz vortrefflicher Astronom, der speziell den Einfluß, den die verschiedenen Himmelskörper bei ihren Bewegungen aufeinander ausüben, auf das eingehendste studierte und in seinen Werken klarstellte. Später wurde der ehemalige Uhrmacher Direktor der Sternwarte zu Gotha; er starb im Jahre 1874.

Noch interessanter ist die Geschichte des 1881 verstorbenen Direktors der Leipziger Sternwarte, Geheimrat Bruhns. Dieser liebenswürdige Gelehrte und vortreffliche Astronom, dessen sich die Leipziger noch heute gern erinnern, war früher — Schlossergeselle. Humboldt wurde einst auf den jungen Bruhns, der sich, wenn Hammer und Feile ruhten, mit allerlei

mathematischen Aufgaben befaßte, aufmerksam und wies wieder Encke, den damaligen Direktor der Berliner Sternwarte, auf den intelligenten Schlossergesellen hin. Encke gab diesem einst einige mathematische Aufgaben, die er auch zur Zufriedenheit des Gelehrten ausführte, und nun protegierte Encke den jungen Mann. Dieser legte das Schurzfell ab und wurde Assistent bei Encke. Später wurde er Professor der Astronomie in Leipzig und Direktor der Sternwarte. Besonders hat er sich mit Studien über die Kometen befaßt.

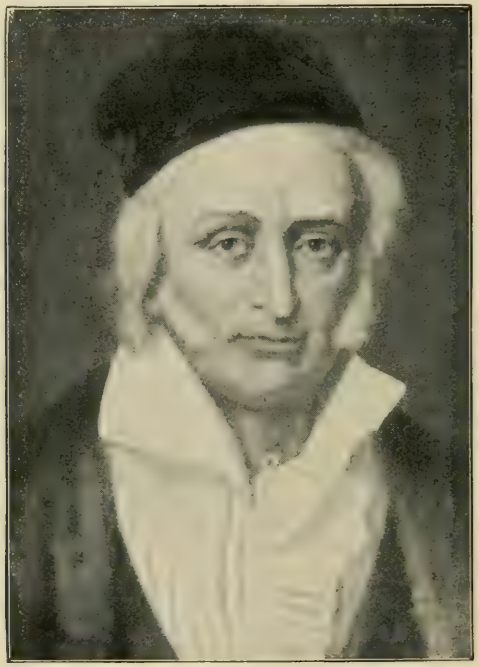


Abb. 27. Carl Friedrich Gauß

Zwei andere Astronomen von Ruf waren Zimmerleute, nämlich der Amerikaner Asaph Hall, der Entdecker der Marsmonde, und Simon Newcomb, einer der vorzüglichsten Rechner, der lange Zeit Professor der Astronomie in Baltimore war. Der fleißige Sonnenbeobachter Weber in Pekeloh war Kuhhirt, und der Bauer Palitzsch bei Dresden, war als hervorragender astronomischer Beobachter weltbekannt. Der berühmte Mondforscher Mädler war Schreiblehrer, und Bessel, einer der größten Astronomen aller Zeiten, war Kaufmann. Hermann J. Klein in Köln, als Mondforscher sehr bekannt, war Buchhändler, und M. Wilhelm Meyer endlich, wohl der populärste deutsche Astronom, der Gründer der Berliner „Urania“ und

unvergleichliche populär-astronomische Schriftsteller — der einzige deutsche Astronom, der es verstanden hat, diese Wissenschaft in einer Form darzustellen, die auf den Laien anregend wirkt, und den ich mit Stolz meinen Lehrer und Förderer nennen darf — (er war früher erster Astronom an der Sternwarte zu Genf), war als junger Mann gleichfalls Buchhändler.

Wir sehen, man kann ein tüchtiger Astronom werden, auch ohne jenen „ordentlichen" Gang zu gehen, ohne den — nach den Ansichten mancher

Abb. 28. Dr. M. Wilhelm Meyer
der Begründer der Berliner „Urania"

Leute — keine Gelehrsamkeit möglich sei. Intelligenz, Genie und Talente sind angeboren und dringen ans Licht des Tages, trotzdem und alledem, ja, würden oft noch viel mehr hervordringen, wenn man ihnen nicht hindernd in den Weg treten würde.

Wer die Geschichte der Wissenschaften verfolgt, wird finden, daß gerade Autodidakten oft ganz epochemachende Arbeiten lieferten und Erfindungen und Entdeckungen von großer Tragweite machten. Man wird hier an das Wort erinnert: „Was kein Verstand der Verständigen sieht, das übet in Einfalt ein kindlich Gemüt"; der Autodidakt hat zumeist einen freieren Blick als der seit Jahrzehnten in dem gewundenen Labyrinth seiner Wissenschaft einherwandelnde Fachgelehrte, er geht freier und mit weniger theoretischem

Ballast beschwert an die Dinge heran, und — so seltsam es klingt — gerade weil er weniger gelehrt ist als der Fachmann, kann ihm eine Entdeckung gelingen, die jenem nie in den Sinn gekommen wäre. — In unserer Zeit freilich, wo alle Wissensgebiete eine gewaltige Ausdehnung angenommen haben, eine Unsumme von Wissen notwendig geworden ist, um das Arbeitsfeld überblicken zu können, ist es weitaus schwieriger geworden ohne eine

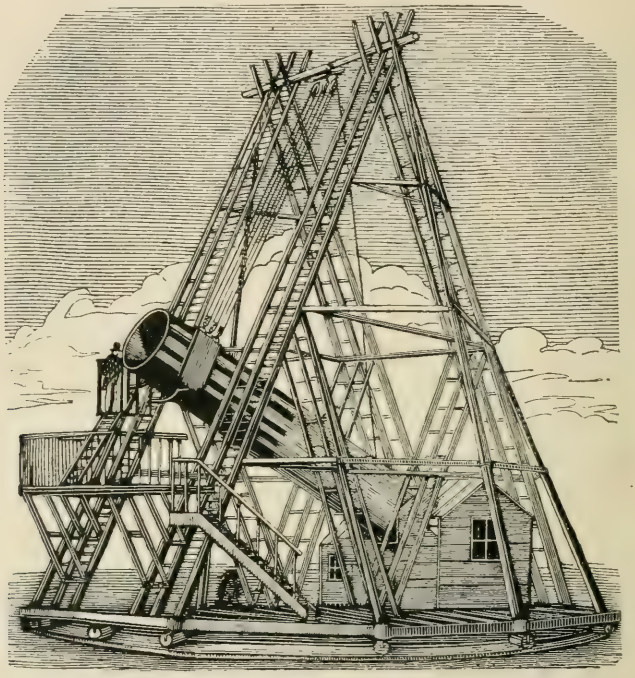
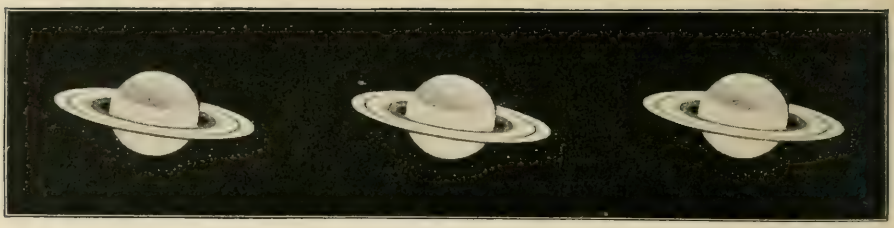


Abb. 29. Herschels großes Teleskop zu Bath bei London

gründliche Vorschule in die weiten Hallen der Wissenschaft einzutreten, tüchtiges in ihnen zu leisten. Kann doch selbst der Fachmann nicht mehr auf allen Gebieten seiner eigenen Wissenschaft Meister sein. Genau so wie es auf medizinischem Gebiete Spezialisten aller Art gibt, muß auch der Naturwissenschaftler sich in seiner Wissenschaft ein mehr oder weniger eng umgrenztes Arbeitsfeld wählen. So ist es auch in der Astronomie. Sie läßt sich in zwei Hauptgebiete einteilen, nämlich in die beobachtende und in die rechnende Astronomie, und die erstere zerfällt wieder in die messende Astronomie oder „Astrometrie" und in die beschreibende oder „Astrophysik". Durch am Fernrohr angestellte Messungen gibt der Observator dem rechnenden Astronomen die notwendigen Unterlagen, aus denen er die Bewegungen und die Bahnen, die die Himmelskörper im Weltenraum beschreiben, ermittelt, und den jeweiligen Ort der Gestirne bestimmt. Der Astrophysiker

hingegen sucht die physikalische Natur der Weltkörper zu ergründen, die Vorgänge auf und in ihnen zu erkennen und zu erklären. Nur so ist es möglich, sich in dem unendlichen Wunderbau des Weltalls zurecht zu finden, Steinchen um Steinchen herbeizutragen, um das komplizierte, weit verzweigte Gebäude dieser schönen Wissenschaft zu vervollständigen. Oft erweist es sich als nötig, Altes durch Neues zu ersetzen, Steine, die falsch eingesetzt wurden, zu entfernen und durch mit neueren Mitteln gewonnene zu ersetzen, aber die gewaltigen Grundpfeiler und ragenden Säulen sind stark und fest; Ehre den großen Baumeistern, die sie aufführten, Ehre jedem Arbeiter, der ein Steinchen hinzuträgt!

Abb. 30. Alter Astronom und Kosmograph in seiner Studierstube
Nach einem Stich von Johann Stradanus



Ich liebe die gelehrten Frauen nicht.
Wohl seh' ich's gern, wenn eine Dame Einsicht
In alles hat, allein mich stört die Sucht,
Gelehrt zu sein, nur um dafür zu gelten.

Molière.

Frauen als Astronomen

Die Frau und der Himmel. Der Sinn für das Erhabene und für Poesie. Vom Frauenstudium. Hevels Gattin. Keplers Freundin Marie von Lewen. Die Kometenrechnerin Madame Lepaute. Eine fürstliche Förderin der Himmelskunde: Herzogin Luise von Gotha. Eine Frau, die acht Kometen entdeckte: Karoline Herschel. Ein weiblicher Mathematiker: Sonja Kowalewska. Die Gattin Asaph Halls und die Entdeckung der Marsmonde. Amerika, das Land der weiblichen Astronomen. Das Ausmessen der Himmels-Aufnahmen. Miß Katharina Bruce, die Sternwarten-Stifterin. Elizabeth Brown und ihre Sonnenfinsternis-Expeditionen. Weibliche Astronomen in aller Welt.

Ein altes spanisches Sprüchlein sagt, die Frauen wären dem Himmel näher wie die Männer — denn ihr Wesen wäre nur mit Engelsgeduld zu ertragen, und so sei ihnen die Heimat der Engel gewiß. So ähnlich hat sich auch Abraham a Santa Clara ausgesprochen, der zwar ein frommer Mann aber auch ein arger Spötter war und den Frauen Zeit seines Lebens allerlei kleine Bosheiten in seinen Predigten zu sagen pflegte. Ich meine indessen, daß die Frauen sich von jeher für den Himmel interessiert haben, für den sichtbaren sowohl wie für den, den sie dermaleinst zu bewohnen hoffen. Es ist nicht zu leugnen, daß die Frau poetischer veranlagt ist als der Mann, und daß sie die Poesie, die im gestirnten Firmament liegt, intensiver erfaßt als die Angehörigen des starken Geschlechts. Dieser Sinn für das Poetische und Erhabene des Sternenheeres hat denn auch viele Frauen schon in vergangenen Jahrhunderten, als es noch keine Frauenfrage und keine Frauenbewegung gab, und eine Frau, die sich mit gelehrten Dingen beschäftigte, noch ein Weltwunder war, bewogen, sich eingehender den Rätseln des Himmels zuzuwenden, sich mit Astronomie zu beschäftigen. Wie wir gleich sehen werden, hat es eine ganze Anzahl Frauen gegeben, die man als weibliche Astronomen bezeichnen kann, lange bevor sich das schöne Geschlecht mit anderen Naturwissenschaften befaßte. Ein ziemlicher Wagemut muß damals

Abb. 31. Johann Hevel und seine Gattin beim Messen von Sternhöhen
Aus Hevels „Machina Coelestis“ vom Jahre 1673

dazu gehört haben, denn die Männer früherer Zeiten dachten nicht eben hoch vom Frauenstudium, während es heute, von gewissen Übertreibungen abgesehen, die das Frauenstudium gezeitigt hat (man denke nur an die weiblichen Maschinenbauingenieure und Elektrotechniker) vieler Sympathie begegnet. Selbst weitdenkende Männer haben früher sehr absprechend über die „gelehrte Frau“ geurteilt; so sagt z. B. der große Philosoph Immanuel Kant: „Gelehrte Frauen brauchen ihre Bücher so wie ihre Uhr, bloß um sie zu tragen, damit sie gesehen werde, obschon sie meist stille steht oder doch nicht nach der Sonne gerichtet ist.“ Lessing sagt: „Wie kann ein Mann ein Ding lieben, das ihm zum Trotze auch denken will? Ein Frauenzimmer, das denket, ist eben so ekel als ein Mann, der sich schminket“. Selbst Schiller, der doch von den Frauen sehr hoch dachte, läßt sich also über die gelehrte Frau vernehmen: „Ein starker Geist in einem zarten Leib, ein Zwitter zwischen Mann

und Weib, gleich ungeschickt zum Herrschen und zum Lieben, ein Kind mit eines Riesen Waffen, ein Mittelding von Weisen und von Affen".

Vielleicht war es nicht so sehr der Forscherdrang, als die Liebe zu dem Rätselvollen und Poetischen, das die Frauen bewog, sich als Astronomen zu betätigen. Wer sich einmal etwas tiefer im Reiche der Urania umgesehen hat, den zieht's mit magischer Gewalt immer wieder hin, der bleibt der schönen Himmelsgöttin treu, und so ist es nicht zu verwundern, daß die Frau, die für das Schöne und Erhabene überall ein offenes Auge und Herz hat, der Königin unter den Wissenschaften, der Astronomie, hohes Interesse entgegenbringt.

Der erste weibliche Astronom, von dem wir wissen, war die Gemahlin Hevels, des Danziger Ratsherrn und Astronomen (gestorben 1687), der zu Danzig eine herrliche Sternwarte, die „Sternenburg", besaß. Diese Frau war ihrem Gatten bei all seinen Arbeiten eine treue Gefährtin, war ihm besonders bei den Messungen am großen Sextanten behilflich, wie das eines unserer Bilder zeigt, das einem Werke Hevels entnommen ist, und soll sich durch die genauen Ablesungen der Meßkreise dem Gatten unentbehrlich gemacht haben.

Als astronomische Rechnerin hat sich Maria von Lewen, die Freundin des großen Astronomen Kepler, einen Ruf erworben. Sie beschäftigte sich hauptsächlich damit, die Bewegungen der Planeten vorauszuberechnen und hat so Kepler gutes Material geliefert für die Aufstellung seiner Gesetze der Planetenbewegung. Maria von Lewen starb im Jahre 1664.

Ihr eiferte Madame Lepaute nach; sie war ein weiblicher Mathematiker par excellence. Madame Lepaute entstammte einer alten Adelsfamilie und war 1723 zu Paris geboren. Sie heiratete den Uhrmacher Lepaute, einen hervorragenden Künstler in seinem Fach, der Instrumente für die Astronomen lieferte. Die interessante Frau half dem Mathematiker Lalande bei seinen Berechnungen und berechnete später zusammen mit dem Astronomen Clairaut die Wiederkehr des Kometen Halley. Sechs Monate nahm diese Riesenrechnung in Anspruch, und in der Tat erschien der Komet zu der vorausberechneten Zeit wieder. Irgend ein Spaßvogel, der von den mathematischen Talenten der Frauen nichts hält, könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, daß der Schweifstern nur aus Höflichkeit zu der von der Rechnerin vorausbestimmten Zeit zu dem Rendezvous erschien, aber wer die Natur dieser Vagabunden des Weltenraumes genauer kennt, wird anerkennen müssen, daß diese Rechnung kein leichtes Stück Arbeit war. 1788 starb Madame Lepaute, und die Akademie der Wissenschaften zu Paris entsandte einige ihrer gelehrtesten Häupter zur Leichenfeier.

Eine eifrige Förderin der Sternkunde war die Herzogin Luise von Gotha (Porträt). Sie beobachtete nicht nur selbst, sondern hatte

auch immer eine offene Hand für die Beschaffung von Instrumenten und Karten für ihr befreundete Astronomen. 1798 berief die geistreiche Frau den ersten astronomischen Kongreß ein.

Als der hervorragendste weibliche Astronom der älteren Zeit ist aber wohl Karoline Herschel zu bezeichnen. Sie war nicht nur ihrem Bruder, dem großen englischen Astronomen Wilhelm Herschel, eine unersetzliche Mitarbeiterin, half ihm nicht nur beim Bau seiner großen Spiegelteleskope und beim Durchforschen der Himmelsräume, sondern arbeitete auch durchaus selbständig. Als der Bruder 1822 starb, setzte Karoline alle ihre Arbeiten fort, bis der Tod auch ihrem Wirken in einem Alter von 99 Jahren, 1848, ein Ziel setzte. Karoline Herschel, deren Porträt wir umseitig abbilden, entdeckte nicht weniger als acht Kometen und mancherlei andere neue Objekte im Himmelsraum.

Abb. 32. Herzogin Luise von Gotha

War die eben erwähnte Frau hauptsächlich als praktische Beobachterin tätig, so war jene so berühmt gewordene junge Russin, die als der bedeutendste weibliche Mathematiker bezeichnet werden kann, der je gelebt hat, mehr durch theoretische Arbeiten bemüht, die Himmelskunde zu fördern; wir meinen Sonja Kowalewska (siehe Porträt). Diese hochgelehrte Frau, eine geborene Krukowska, stammte aus Moskau. Im Jahre 1868, kaum 18 Jahre alt, heiratete sie den Professor Kowalewsky. Sie studierte dann in Berlin und Göttingen Naturwissenschaft, erlangte 1874 den Doktortitel, und hatte, schon 1883 Witwe geworden, seit 1884 eine Professur für Mathematik an der Universität zu Stockholm inne, bis sie 1891 nach kurzer Krankheit verstarb. Sonja Kowalewska hat viele mathematische Arbeiten veröffentlicht, am interessantesten aber ist ihr Werk über die Ringe des Planeten Saturn, deren materiellen Aufbau sie mathematisch zu ergründen suchte. Es war die Lösung einer sehr schwierigen Frage der Himmelsmechanik.

Daß die Frauen von Astronomen ihre Männer bei der Anstellung von Untersuchungen unterstützen, ist nicht selten. Die Gattin des populärsten französischen Astronomen Flammarion, die ihrem Gatten auch bei seinen Untersuchungen über die Probleme des Spiritismus zur Seite steht, ist als ein Beispiel dafür zu nennen. Als ganz besonders tüchtig verdient die Frau des amerikanischen Astronomen Asaph Hall genannt zu werden. Ihr gebührt auch zu einem gewissen Teil Anrecht auf die Entdeckung der Monde des Planeten Mars. „Ich wollte schon," schrieb Asaph Hall nach Ent-

deckung dieser beiden äußerst winzigen Trabanten unseres Nachbargestirns, „das vergebliche Suchen nach den Marsmonden aufgeben, als mich meine Frau durch mancherlei Gründe bewog, die Beobachtung fortzusetzen, und in der Nacht darauf gelang mir in der Tat die Entdeckung". Amerika ist überhaupt das Land der Astronominnen, besonders aus dem Grunde, weil die meisten Sternwarten dort von reichen Privatleuten gegründet worden sind und auch Frauen sich in hervorragender Weise an Stiftungen für Zwecke der Himmelsforschung beteiligt haben. Miß Bruce und Miß Draper z. B. haben vor einigen Jahren auf der Havard-Universität eine herrlich eingerichtete Station für Himmelsphotographie erbaut, an der 25 Damen arbeiten. Tausende von photographischen Platten, die Millionen Sterne enthalten, wurden hier gewonnen. All diese Platten müssen an einem besonderen Apparat, der mit Mikroskopen und Meßvorrichtungen versehen ist, ausgemessen werden (Abb. 35). Die Lage all der Sternchen zueinander muß genau bestimmt werden, so daß man später, wenn man neue Aufnahmen der betreffenden Himmelsgegend macht, konstatieren kann, ob Veränderungen in dieser Himmelsgegend vor sich gegangen sind. Ein Blick auf eine einzige solcher Platten (Abb. 56) zeigt uns, welche Mühe und Geduld erforderlich ist, um diese vielen tausend Sterne zu vermessen. Eine der Damen des genannten Instituts, Miß Leland, hat z. B. über 40 000 Sterne mit dem oben beschriebenen Apparat bestimmt. Die oben genannte Miß Katharina Bruce hat 700 000 Mark für astronomische Zwecke geopfert, sogar eine deutsche Sternwarte, die zu Heidelberg, hat von der hochherzigen Spenderin ein Instrument erhalten. Neuerdings hat eine andere begüterte Freundin der Himmelskunde, Miß Surrey, der Yerkes-Sternwarte in Wisconsin ein mächtiges Teleskop bauen lassen. Als Astronominnen haben sich

Abb. 33. Karoline Herschel im Alter von 98 Jahren

in Amerika unter anderem Miß Klumpke, Miß Somerville, Miß Mitschel und Miß Flemming einen Namen gemacht, teils durch Mitarbeiten am photographischen Sternatlas, teils durch Beobachtung des Lichtwechsels der sogenannten „Veränderlichen Sterne". Auch beschwerliche Expeditionen haben manche von diesen Frauen mitmachen müssen um ihrer Wissenschaft zu dienen. Auf diesem Gebiete war besonders eine englische Astronomin tüchtig, Miß Elizabeth Brown, die vor einigen Jahren in London starb. Diese Frau war der größte weibliche Astronom des neunzehnten Jahrhunderts, war Mitbegründerin und mehrfach Vizepräsident der „Britischen Astronomischen Gesellschaft" und Direktor der Abteilung für Sonnenuntersuchungen. Ihr Gesundheitszustand gestattete ihr nicht, während der Nacht zu beobachten, und so studierte sie speziell die Vorgänge auf der Sonnenoberfläche. Dreimal machte sie weite und strapazenreiche Expeditionen mit zur Beobachtung von Sonnenfinsternissen; nach Sibirien, nach Lappland und nach Westindien eilte sie, ohne sich dadurch entmutigen zu lassen, daß ungünstige Witterung alle Mühen umsonst machte und die Sonne sich im entscheidenden Moment hinter dichten Wolken verbarg.

Abb. 34. Sonja Kowalewska

Geduld ist eine der Haupttugenden, die man vom Astronomen verlangt, und Geduld besitzen Frauen meist mehr wie Männer; für manche Arbeiten eignen sich daher Frauen in der astronomischen Wissenschaft vorzüglich. An vielen Sternwarten rings um den Erdkreis sind Frauen als Rechnerinnen und Beobachterinnen angestellt. An der Sternwarte zu Melbourne finden wir sechs weibliche Astronomen, am Observatorium zu Cordoba in Argentinien vier, an der Columbia-Universität in New York drei, am Albany-Observatorium sieben Rechnerinnen. Neun Damen arbeiten in der Sternwarte am Kap der Guten Hoffnung, mehrere sind im Rechenbureau der Pariser Sternwarte zu finden, und auch bei uns in Deutschland sind auf einigen Sternwarten Damen tätig.

So sehen wir, daß auch Frauen der schönen Wissenschaft von den Sternen zugetan sind. Sie haben bisher keine weltbewegenden Entdeckungen zu

verzeichnen (was man übrigens auch von dem größten Teil ihrer männlichen Kollegen sagen könnte), aber sie sind fleißige und tüchtige Arbeiter im großen Bau der Wissenschaft. Genies sind selten, aber das Genie *allein* kann auch nicht den Fortschritt bewerkstelligen; der große Stab der gewissenhaften Arbeiter ist nicht minder wichtig. Das schöne Wort Diesterwegs: „Die Astronomie ist eine erhabene, weil erhebende Wissenschaft, darum sollte sie keinem Menschen vorenthalten werden!" haben sich die erwähnten Frauen in der Praxis zu eigen gemacht und haben wohl daran getan, denn auch im übertragenen Sinne hat das Sprichwort Geltung: „Den macht das Getümmel dieser Welt nicht heiß, der getrost zum Himmel aufzuschauen weiß."

Abb. 35. Dame beim Ausmessen von Himmelsaufnahmen

Abb. 36. Sternwarte zu Potsdam

„Ihr Instrumente freilich spottet mein,
Mit Walz und Kämmen, Rad und Bügel,
Ich stand am Tor, ihr solltet Schlüssel sein,
Zwar euer Bart ist kraus, doch hebt ihr nicht die Riegel.
Geheimnisvoll am lichten Tag, läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben." Goethe.

Ein Besuch auf der Sternwarte

Die Abgeschiedenheit der Sternwarte. Die Erfindung des Fernrohres. Sein Bau. Fehler der alten Fernrohre. Newton erfindet das Spiegelteleskop. Herschels und Lord Rosses Riesenteleskope. John Dollond beseitigt die Farbenzerstreuung der Linsen und erfindet das achromatische Fernrohr. Einrichtung eines modernen Refraktors. Wie der Astronom mit Spinnfäden mißt. Was ein modernes Fernrohr leistet. Im Allerheiligsten der Sternwarte (das Meridianzimmer). Das Meßkunstwerk des Meridianinstrumentes. Die Pendeluhr und ihre Pünktlichkeit. Der Zeitschreiber. Verschiedene Tätigkeit der Beobachter. Abschied von der Sternwarte im Morgengrauen.

Seltsam und geheimnisvoll erscheint dem Laien jenes stille Gebäude da draußen vor der Stadt, dessen hohe Kuppeldächer so fremdartig, wie Tempel fast in fernem Morgenlande, aus dem dunklen Grün der Parkanlagen zum Himmel aufstreben. Fern von der Stadt und ihrem Dunst und Lärm gelegen, unzugänglich jedem Fremden, erweckt das stille Haus der Astronomen, die Sternwarte, gar eigentümliche Empfindungen in uns. Die mittelalterlichen Sterndeuter, die uns Schiller im Wallenstein in ihrem geheimnisvollen Tun zeigt, kommen uns in den Sinn, wir denken unwillkürlich zurück an jene Zeiten finsteren Aberglaubens, in denen die Astrologen mit allerlei wunderlichen Instrumenten aus den Gestirnen das Geschick der Großen, der Fürsten und Völker lasen oder zu lesen vorgaben.

Aber jene Zeiten sind längst vorüber, und der Schleier des Mystischen, den Unkenntnis und schlaue Berechnung um die Kunst des Astronomen

woben, ist gefallen; der frische Wind der modernen Zeit hat die Nebel und Spukgeister zerstreut, der Mann der Wissenschaft braucht heute den Deckmantel der Magie nicht mehr, der Wunderglaube ist geschwunden, und dennoch staunen wir über das, was die moderne Wissenschaft entschleiert, mehr, als es in jenen dunklen Zeiten die Astrologen und Alchimisten mit ihren Zauberkünsten zu bewerkstelligen vermochten. — Und doch! Ein eigener Zauber umweht auch heute die einsame Werkstatt des Sternkundigen. Hier ist die Stätte, von der aus der Mensch, der kleine Gott der Erde, mit seinen Gedanken hinausrankt in die unermeßlichen Sternenräume, hier ist sozusagen die Pforte zur Unendlichkeit. Dem gewöhnlichen Sterblichen liegt das ja alles so fern; er liest nur hin und wieder in der Zeitung von den Entdeckungen, die die Gelehrten da draußen auf ihrer einsamen Warte mit ihren komplizierten Instrumenten im Reiche der Sterne gemacht haben, aber nur wenige dringen in diesen der Erforschung der Sterne gewidmeten Tempel. Treten wir nun einmal ein in das stille einsame Haus da draußen weit vor den Toren der Stadt, aus dessen mächtigen Domen noch in später Nacht, wenn ringsum alles schweigt, und nur die blinkenden Sterne zur Erde niederleuchten, Lichtschimmer dringt, und schauen wir die Werkzeuge des Astronomen näher an, belauschen wir ihn bei seiner Arbeit. Freie Aussicht und durchaus ruhige Lage sind unbedingt nötig, und so baut man die Sternwarte möglichst weit von den Adern des brausenden Verkehrs entfernt. Auch die Bahn darf nicht allzu nahe ihre eiserne Straße an das Observatorium heranführen, denn die äußerst empfindlichen Instrumente nehmen die geringsten Erschütterungen des Bodens auf, und die Sterne tanzen dann im Gesichtsfelde des Fernrohres auf und nieder, so daß an eine exakte Beobachtung nicht zu denken ist. Außerdem aber ist auch die Luft in der Nähe der Großstadt so wenig durchsichtig, daß man mehr und mehr in die freie Natur hinausrückt mit den Sternwartenbauten, oder — noch besser — in die reine Luft der Höhen emporsteigt und die Observatorien auf Bergen errichtet. Eines der herrlichsten Institute dieser Art ist die berühmte „Lick"-Sternwarte (Abb. 15) auf dem Mount Hamilton in Kalifornien, 1280 Meter über dem Meere gelegen, die unter anderem das zweitgrößte Fernrohr der Welt birgt und mit einem Kostenaufwand von mehreren Millionen Dollar von James Lick, einem ehemaligen Zimmermann, gestiftet wurde. Unter dem Fundament des mehrere hundert Zentner schweren Riesenrohrs steht der Sarg des eigenartigen Mannes, der sich ein so vornehmes Denkmal, und ein so sinniges zugleich, zu setzen wußte. Sehr schön ist auch die Sternwarte zu Potsdam gelegen (Abb. 36), wo hauptsächlich Sonnenforschungen und Untersuchungen über das Licht der Sterne angestellt werden.

In diesen weiten Kuppelräumen nun stehen die großen Fernrohre. Die Kuppeln selbst sind aus starkem Eisenblech hergestellt und laufen auf Rädern, so daß sie mit Hilfe von Motoren leicht und schnell gedreht werden

können. Ein Zug an einem Hebel, und die mächtigen gußeisernen Dome rollen im Kreise herum, damit der Spalt, der dem Fernrohr die freie Aussicht gewährt, nach jeder gewünschten Himmelsrichtung zu stehen kommt. Dieser Spalt selbst kann natürlich ebenfalls mit Hilfe maschineller Ein-

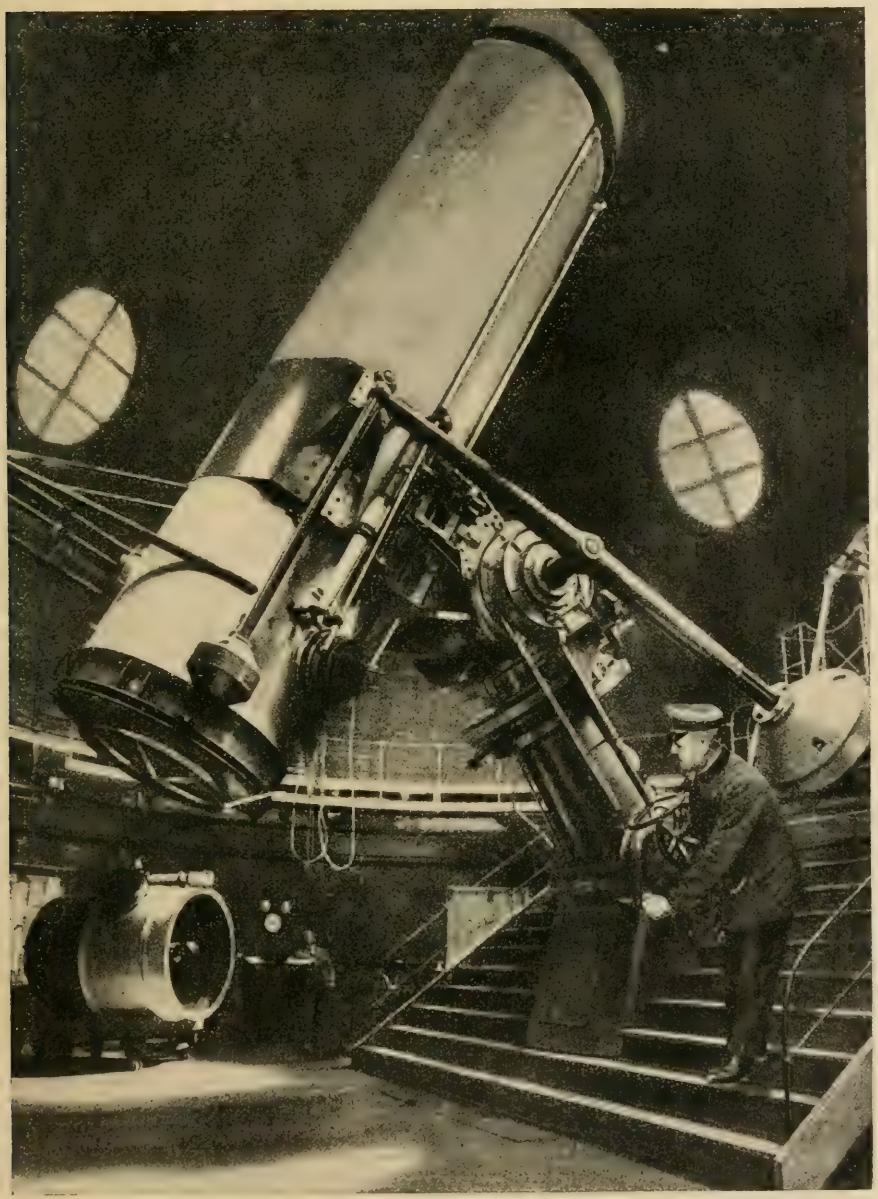


Abb. 37. Das große Spiegel-Teleskop der Univers.-Sternwarte Berlin-Babelsberg, erbaut von den Zeißwerken in Jena.

richtungen geöffnet und geschlossen werden. Hier also steht der gewaltige Himmelsoperngucker, mit dem der Astronom die Vorgänge im Welttheater verfolgt.

Keine Erfindung hat unseren Blick so erweitert und vertieft, als die des Fernrohres und des Mikroskopes. Was wäre die Wissenschaft heute ohne diese beiden Hilfsmittel! Jenes enthüllt uns die Welt des unendlich Großen, dieses die Welt des unendlich Kleinen. Die sichtbare Welt wuchs durch die Anwendung dieser beiden wunderbaren Instrumente ins Ungemessene nach jeder Richtung, und Dinge tauchten im Gesichtskreise auf, die wir nie geahnt, und die das Weltbild plötzlich ganz anders erscheinen ließen. Und seltsam! Diese beiden großen Erfindungen haben wir dem Zufall zu verdanken, wenigstens ist dies sicher beim Fernrohr der Fall. Zwei mit Glaslinsen und Brillengläsern spielende Kinder des Middelburger Brillenmachers Jansen sollen zufällig, als sie zwei Gläser in verschiedener Entfernung vor die Augen hielten, bemerkt haben, daß entferntere Gegenstände auf diese Weise nähergerückt erscheinen. Jansen soll dann auf das Spiel aufmerksam geworden sein, weitere Versuche angestellt haben, und bald darauf zur Konstruktion des ersten Fernrohrs geschritten sein. Manche Andeutungen in alten Werken scheinen zwar darauf hinzuweisen, daß bereits im Altertum die Wirkung solcher Linsenkombinationen bekannt war, aber all das ist doch recht unverbürgt. Neuerdings hat Professor Harting feststellen können, daß die erste verbürgte Nachricht von einem Fernrohr aus dem Jahre 1608 stammt*). Hans Lippershai, geboren zu Wesel, und ebenfalls als Brillenmacher ansässig in Middelburg, hat damals der holländischen Regierung ein „Instrument zur Verwendung im Kriege, um weit damit zu sehen" angeboten und als Gegenleistung eine Pension gefordert, wobei er versprach, die Erfindung nur dem Vaterlande zu verraten und anderen Fürsten geheim zu halten. Während man noch verhandelte, trat ein gewisser Jacob Metius mit einer gleichen Erfindung an die Regierung heran, und da nun das Geheimnis nicht mehr gewahrt schien, lehnte diese den Kauf ab. Lippershai fand beim Herzog von Nassauen Unterstützung, und bald finden wir überall Fernrohre im Gebrauch. Der große Galileo Galilei baute sich 1609 selbst ein solches Instrument, und schon ein Jahr später machte er mit ihm am Himmel mancherlei Entdeckungen, deren erste die Auffindung der Monde des Planeten Jupiter war. Die alten astronomischen Fernrohre waren übrigens außerordentlich lang, obgleich die Linsen nur klein waren; die Optik lief noch in den Kinderschuhen. Die Astronomen des 17. Jahrhunderts arbeiteten mit Ungetümen von 30 und 50, ja sogar von 70 Metern Länge (Abb. 38), und doch leisteten diese unbehilflichen, in hohen Gestellen aufgehängten Instrumente nicht einmal so viel wie heutzutage ein gutes Aussichtsfernrohr. Zuweilen trifft man im Publikum

*) F. M. Feldhaus berichtet allerdings schon von einem aus Italien stammenden Fernrohr mit der Jahreszahl 1590.

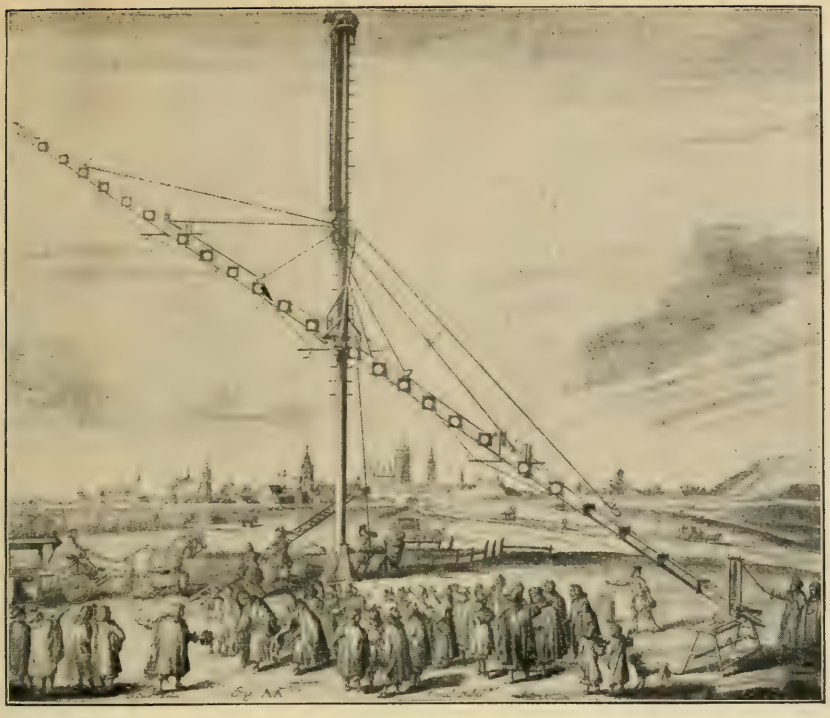


Abb. 38. Ansicht eines ungefügen Fernrohres zu Ende des 17. Jahrhunderts
Nach Hevels „Machina Coelestis"

die Meinung an, die Fernrohre, die der Astronom für seine Untersuchungen benutzt, beständen aus sehr vielen Linsen, die hintereinander in dem langen Rohr eingesetzt wären. Das ist natürlich ein Irrtum. Das Fernrohr besteht aus der vorderen, dem zu beobachtenden Objekt zugekehrten großen Linse (Abb. 47), dem sogenannten „Objektiv", und dieses entwirft in der Nähe des unteren Endes des Fernrohrs ein verkleinertes, umgekehrtes Bild des Gegenstandes. Mit Hilfe einer am unteren Ende des Rohres befestigten Lupe wird nun dieses Bild vergrößert und betrachtet. Diese Lupe nennt man „Okular" oder Augenglas. Je mehr diese Lupe vergrößert, um so größer resp. näher erscheint der Körper, und der Astronom setzt je nach Bedarf ein stärkeres oder schwächeres Okular ein. Wie schon erwähnt, kehren die Linsen das Bild um, und so erscheinen im astronomischen Fernrohr alle Gegenstände verkehrt, was bei astronomischen Objekten aber nichts ausmacht. Für Fernrohre, die zur Beobachtung irdischer Körper dienen sollen, muß zwischen Okular und Objektiv noch ein Linsensystem eingesetzt werden, das das Bild wieder aufrichtet.

Die ersten Fernrohre hatten, abgesehen von anderen Unvollkommenheiten, einen sehr störenden Fehler: infolge der durch die Linsen bewirkten Licht-

brechung erschienen alle Gegenstände in ihnen mit farbigen Rändern umgeben, als wenn man durch ein Prisma die Körper betrachtet. Der große englische Physiker Newton war der Ansicht, daß es nie gelingen werde, diesen, die Deutlichkeit der Fernrohrbilder sehr stark beeinträchtigenden Uebelstand, die sogenannte „chromatische Abweichung", zu beseitigen, und so konstruierte er eine ganz neue Art von Fernrohren, die Spiegelteleskope oder Reflektoren. Ein hohlgeschliffener Spiegel entwirft, wie man das an den neuerdings in den Handel gekommenen Rasierspiegeln leicht beobachten kann, vor sich ebenso ein Bild der Gegenstände, auf die er gerichtet wird (Abb. 39), wie die Linse dieses Bild hinter sich erzeugt. Newton brachte nun auf dem Grunde eines großen Rohres einen solchen schwachen Hohlspiegel an, dieser warf das Bild des zu beobachtenden Sternes auf einen ganz kleinen gewöhnlichen Spiegel an der Seite des Rohres (Abb. 40), und dieser reflektierte das Bild durch ein Loch in der Rohrwand nach außen, wo das Okularglas angebracht war, durch das der Beobachter den Stern betrachtete. Noch heute sind Spiegelteleskope der verschiedensten Konstruktion auf großen Sternwarten im Gebrauch, ja für spezielle Zwecke zieht man sie den Linsenfernrohren vor. Die größten Spiegelteleskope aber baute Lord William Herschel, der große englische Astronom, der — wie wir an anderer Stelle berichtet haben — in seiner Jugend Militärmusiker gewesen war. Sein größtes Instrument (Abb. 29) hatte einen

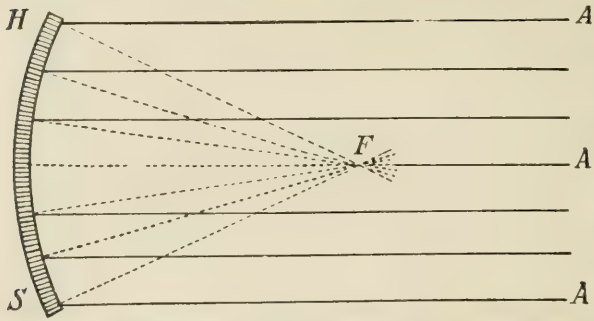


Abb. 39. Entstehung eines Bildes im Hohlspiegel

Aus der Richtung A A A fallen die Lichtstrahlen auf den Spiegel HS. Von der Hohlkugelfläche werden die Strahlen nach F reflektiert, wo das Bild des Gegenstandes entsteht

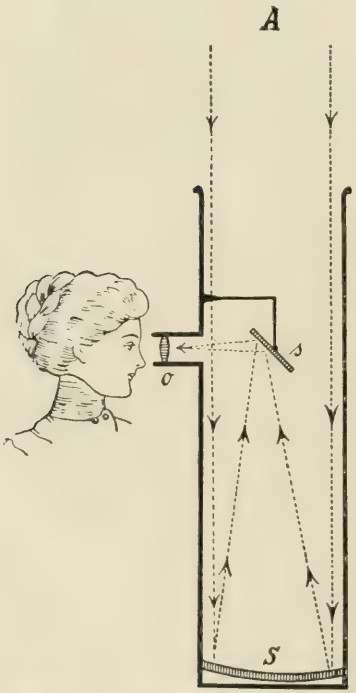


Abb. 40. Schema eines Newtonschen Spiegelteleskopes

Die aus der Richtung A kommenden Strahlen fallen auf den Spiegel S der sie nach s reflektiert. Von dem Planspiegel s werden sie seitwärts nach einem Rohransatz geworfen, in dem sich das Okular O befindet, mit dem das Objekt betrachtet wird

Spiegel von 126 Zentimeter Durchmesser und eine Länge von 12 Meter; noch größer war das von Lord Rosse 1845 verfertigte Instrument, das bei Parsonstown in Irland zur Aufstellung gelangte. Das Rohr war 16 Meter lang und sein Spiegel hatte 183 Zentimeter im Durchmesser; ein gewaltiges Himmelsgeschütz, mit dem man tief in das unendliche Meer der kleinsten Sterne in den letzten Tiefen des Universums zu schauen vermochte.

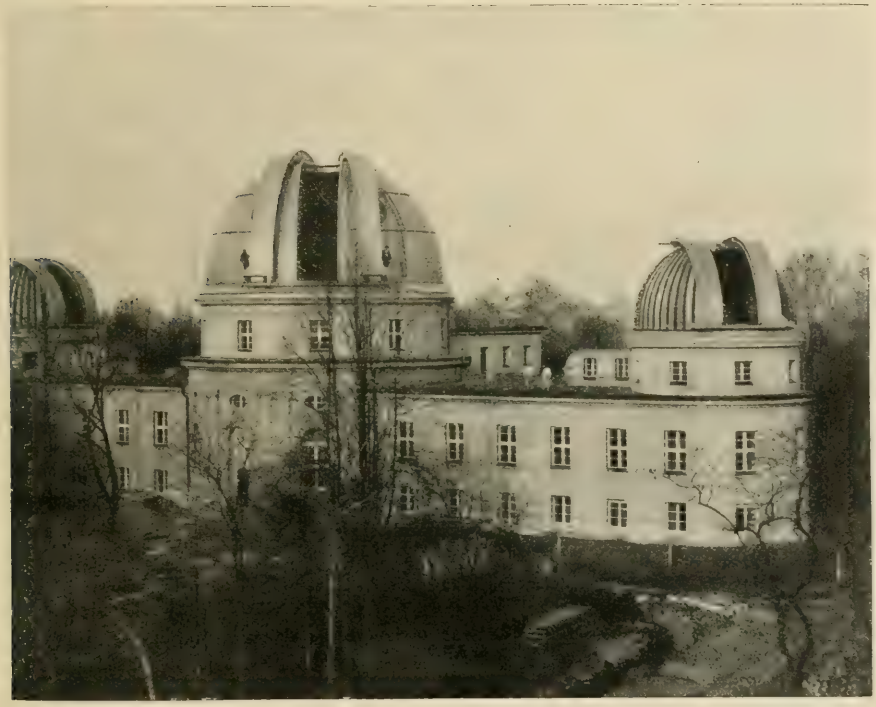


Abb. 41. Die neue Univers.-Sternwarte Berlin in Neubabelsberg

Als es nun im Jahre 1757 dem englischen Gelehrten John Dollond, einem Manne, der in seiner Jugend ein einfacher Weber gewesen, gelang, Newtons Ansicht zu widerlegen und ein Linsen-Fernrohr zu konstruieren, das keine farbigen Bilder mehr gab, ließ man von der Konstruktion der Spiegelteleskope wieder ab und wandte sich dem Bau der Linsen-Fernrohre wieder zu. Dollond hatte die Farbenzerstreuung im Fernrohr dadurch beseitigt, daß er das Objektivglas aus zwei Linsen, die er zusammenkittete, herstellte (Abb. 42). Die eine dieser Linsen bestand aus Crownglas, die andere aus Flintglas; beide Glasarten brechen das Licht verschieden, und die Linsen waren so zusammengesetzt, daß die eine die farbenzerstreuende

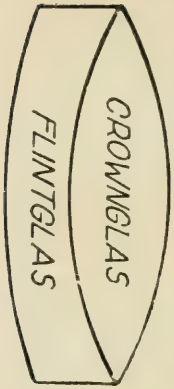


Abb. 42. Die beiden Linsen eines Objektivs

Wirkung der anderen wieder aufhob. So wurde Dollond der Erfinder des „achromatischen" Fernrohres, mit dem wir heute beobachten.

Wie ganz anders sieht so ein moderner Himmelsopernguckeraus als jene Fernrohre der Altvorderen! Treten wir ein in den Kuppelraum, um es zu betrachten. Wer einen solchen „Refraktor" von 10, 15 und mehr Metern Länge nicht gesehen hat, kann sich kaum eine Vorstellung davon machen! (Abb. 44 u. 46.) Auf einer mächtigen eisernen Säule sehen wir ein gewaltiges Ungetüm mit allerlei Hebeln, Stangen, Rädern, Kontergewichten, Schrauben, Kreisen, Lupen, Beleuchtungsvorrichtungen ruhen, das kaum noch eine Aehnlichkeit mit einem Fernrohre hat, und an dem noch zwei, drei „kleine", will sagen mehrere Meter lange Fernrohre ganz nebenbei aufgeschraubt sind. Und das alles blitzt und blinkt in blankem Stahl, in Messing, Kupfer und Silber und spiegelt mit hellem Glas und Kristall. Da sind ganz verzwickte, allerkomplizierteste Meßvorrichtungen mit winzigen, niedlichen Silbertrommeln und Schrauben und allerlei äußerst ingeniösen Einrichtungen, und all dieses Gewirr von Handhaben bedient der Astronom in dem stockfinsteren Raum, wenn er zur Nachtzeit beobachtet, mit unfehlbarer Sicherheit. (Abb. 43.)

Wir bemerken z. B., daß der Astronom, wenn er einen Stern in das Gesichtsfeld des Instrumentes bringen will, gar nicht nach dem Himmel schaut, ja dieses Geschäft schon vornimmt, wenn der Kuppelspalt noch geschlossen ist und das Fernrohr also auf die Kuppeldecke gerichtet ist. Der Astronom sieht in seinen Tabellen nach, welche Lage das (dem freien Auge vielleicht ganz unsichtbare) Objekt am Himmel hat und dreht nun das Fernrohr so lange nach zwei verschiedenen Richtungen, bis auf zwei großen, am Fernrohr angebrachten Kreisen mit Zahlen, die Zeiger einen bestimmten Stand haben. Wird jetzt die Kuppel geöffnet, so steht das gesuchte Objekt in der Tat im Gesichtsfelde des Instrumentes. Genau so wie man die Erdkugel in Längen- und

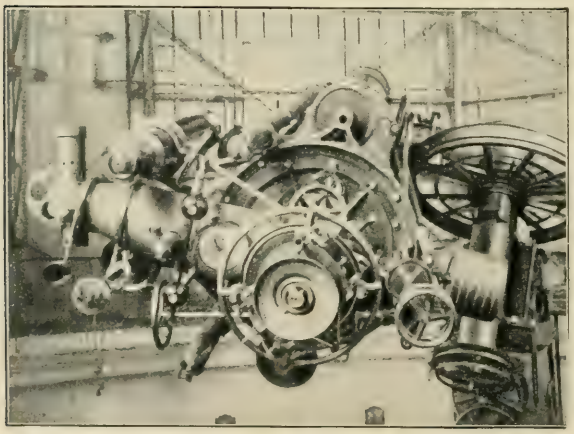


Abb. 43. Okularende eines großen Fernrohres mit den Stellhebeln, Richtstangen, Meßvorrichtungen usw. Sternwarte zu Pulkowa in Rußland

Breitengrade eingeteilt hat, und jeder Erdort leicht gefunden werden kann, wenn man seine geographische Länge und Breite kennt, so hat man auch die Himmelskugel eingeteilt, und in den Sternkatalogen ist der Ort eines jeden Sternleins nach seiner himmlischen Länge und Breite verzeichnet.

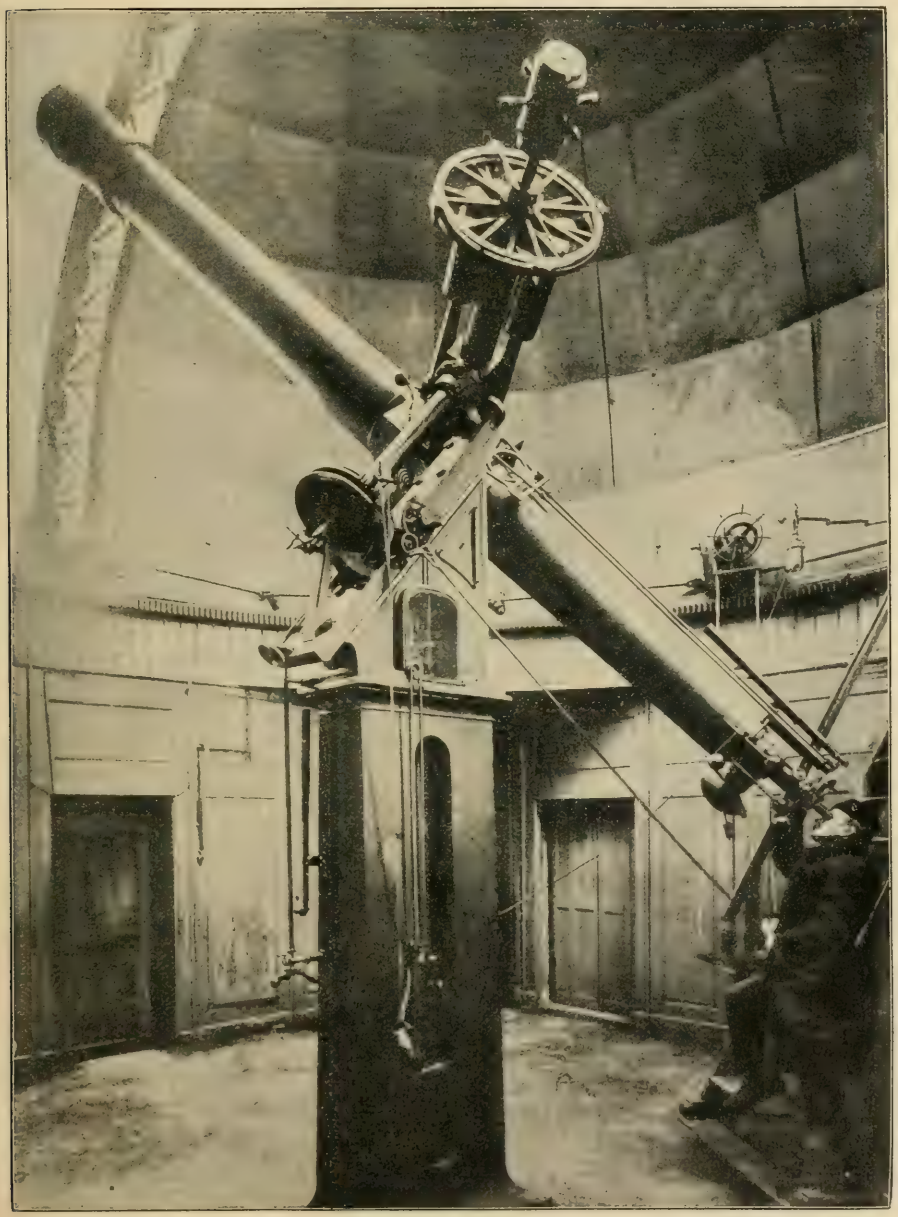


Abb. 44. Beobachtung am großen Fernrohr

Auf diese Länge und Breite stellt der Astronom nun die oben erwähnten beiden Teilkreise des Fernrohres ein, und dieses ist so montiert, daß bei richtiger Einstellung der gesuchte Stern sofort im Rohr sichtbar wird. Auf diese Weise kann man dem Auge unsichtbare Himmelskörper in den Sehkreis des Instrumentes bringen und auch am Tage jeden gewünschten Stern einstellen, denn die helleren Sterne sind in einem guten Fernrohr auch bei Sonnenschein sichtbar. Aber der Astronom muß mit seinem Fernrohr nicht nur die Weltkörper betrachten, er muß sie auch messen, ihre Größe und die Richtung und Schnelligkeit ihrer Bewegung feststellen. Zu dem Zweck ist ein außerordentlich feines Meßinstrument unten, wo der Beobachter hindurchschaut, am Fernrohr angesetzt, das sogenannte Mikrometer. In diesem Mikrometer sind eine Anzahl Spinnfäden senkrecht und wagerecht schnurgerade ausgespannt, die sozusagen die Meßlatten und Fixierpunkte darstellen. (Abb. 45.) Mit Hilfe sehr feiner Schrauben ist ein Teil dieser Fäden sogar zu bewegen, und wenn man nun z. B. im Gesichtsfelde des Rohres zwei Sterne hat, von denen der eine stillsteht, der andere aber weiterwandert, ohne jedoch zu wissen, welcher von beiden der stillstehende und welcher der bewegliche ist, so kann man das mit Hilfe jener Fäden schnell ermitteln. Man dreht mittels der Schrauben zwei Spinnfäden so, daß jeder über einen der beiden Sterne zu stehen kommt. Nach kurzer Zeit wird der bewegliche Stern neben seinem Faden stehen, während der unbewegliche noch vom Faden bedeckt wird. Auch die Richtung und Größe der Fortbewegung läßt sich mit diesen Fäden und den mit ihnen in Verbindung stehenden Meßapparaten ermitteln. Übrigens würde man auf dem dunklen Himmelshintergrund die feinen Spinnfäden gar nicht sehen können, wenn nicht wieder durch kleine Glühlampen, die im Innern des Fernrohres angebracht sind, die Fäden schwach beleuchtet würden.

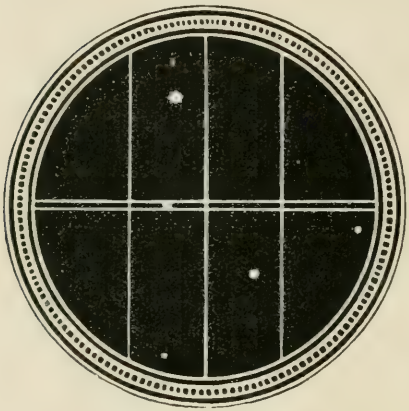


Abb. 45. Mikrometer

Das größte Fernrohr der Welt befindet sich natürlich in Amerika und ist die Stiftung eines Milliardärs. Es ist der 19 Meter lange Refraktor der Yerkes-Sternwarte zu Wisconsin (Abb. 46.) Die Objektivlinse hat einen Durchmesser von 102 Zentimetern und das ganze Instrument wiegt 1500 Zentner. Das größte deutsche Linsenfernrohr besitzt die Sternwarte zu Potsdam. Der Durchmesser der Objektivlinse beträgt 80 Zentimeter; die Brennweite des Rohres 12,5 Meter. Das größte moderne Spiegel-

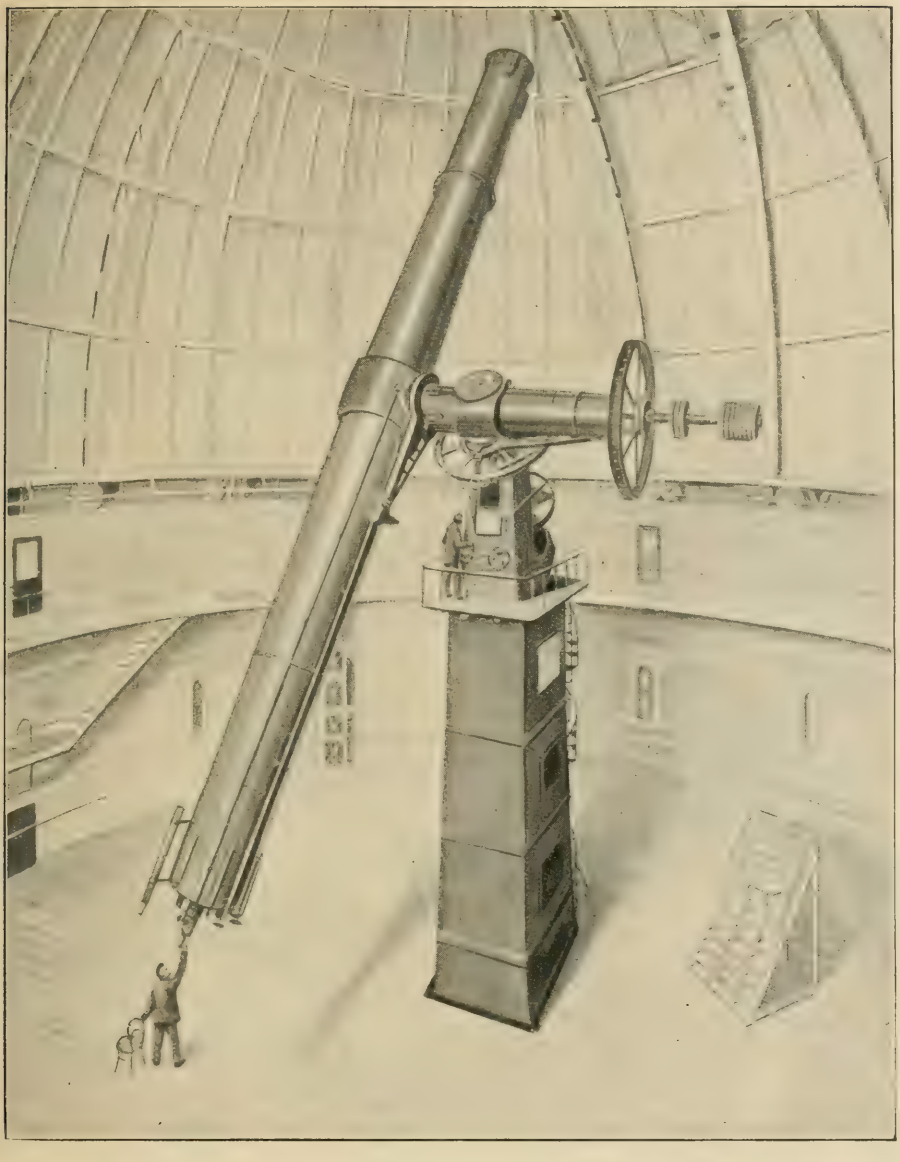


Abb. 46. Der 19 Meter lange Refraktor der Yerkes-Sternwarte

fernrohr ist das Teleskop des Mount-Wilson-Observatoriums in Kalifornien, mit 2½ Meter Spiegeldurchmesser.

Die Leistung eines solchen Riesen-Fernrohres ist eine ganz gewaltige. Wir sind z. B. imstande, mit ihm auf dem Monde Gegenstände von nur 150 bis 200 Meter Durchmesser zu erkennen. Mit einem solchen Fernrohr also würden wir vom Monde aus auf der Erde am Rande der Wüste

Sahara die Cheopspyramide als ein Pünktchen wahrnehmen können, und deutlich ihren Schatten morgens und abends auf dem hellen Sande gewahren; man erkennt mit ihnen noch allerkleinste Weltkörperchen, Planeten von kaum 500 Metern Durchmesser, die 50 Millionen Meilen von der Erde entfernt sind.

Und wie wunderbar leicht dreht sich das mehrere hundert Zentner schwere Instrument! Mit einer Hand vermag es der Beobachter zu lenken. Schauen wir nun einmal hindurch! Es ist, um uns ein interessantes Objekt zu zeigen, auf den Planeten Jupiter gerichtet, der gerade in Erdnähe ist, d. h. „nur" 600 Millionen Kilometer von unserer Heimat im Weltenraum entfernt schwebt. Da liegt vor uns im scharfen Glase eine Scheibe von der Größe des Mondes, eine ferne große Erde; wir sehen mächtige Wolkengürtel über sie hinschweben, sehen, wie sie sich langsam dreht, wie andere Partien aus der Nachtseite der Kugel auftauchen. Vier große Monde umkreisen jene ferne Welt. Soeben wandert der Schatten des einen Mondes als ein rundes dunkles Fleckchen über die Planetenscheibe hin. Nun tritt ein anderer Mond in den Schatten der Jupiterkugel selbst ein, verlischt, wie ein Fünkchen, und wir waren Zeuge einer Mondfinsternis auf dem Jupiter.

Das alles könnten wir nun nicht in dieser Ruhe und Gemächlichkeit mit ansehen, wenn nicht das ganze Fernrohr von einem großen Uhrwerk langsam dem Stern nachgedreht würde, denn dieser läuft ja infolge der Erddrehung am Himmel weiter. Ruhig und ohne Schwanken schwebt der Stern im Gesichtsfelde, denn die Säule des Fernrohres ruht auf einem vom Gebäude vollkommen isolierten Pfeiler, der bis ins Grundwasser hinuntergeht, um alle Erschütterungen fernzuhalten.

Aber verlassen wir nun den großen Refraktor, an dem der Observator jetzt nach einem kleinen, noch äußerst fernen Kometen ausspähen will, dessen Entdeckung eine Depesche ihm und allen anderen Sternwarten des Erdkreises berichtet hat, und nach dem sich nun alle verfügbaren Instrumente der Welt richten, um ihn nicht wieder zu verlieren, ehe nicht seine Bewegung und sein Standort genau ermittelt sind, so daß seine Bahn und seine Wiederkehr berechnet werden kann. Kein noch so geringer Lichtschein darf jetzt in der weiten Kuppelhalle herrschen, denn so ein ferner Komet erscheint selbst in dem Riesenfernrohr als ein äußerst schwaches Lichtwölkchen, das nur ein vollkommen ausgeruhtes, ungestörtes Auge erkennen kann. Der Laie würde ihn im Fernrohr gar nicht bemerken, denn auch das „Sehen" will gelernt sein. In Pelzrock, Pelzstiefeln und warmer Mütze sitzt der Astronom unbeweglich auf dem riesenhaften Gestell des Beobachtungsstuhles trotz der strengen Kälte und des scharfen Zuges, der durch den Beobachtungsspalt weht (Abb. 44). Heizen darf man die Beobachtungsräume nicht, um die feinen Meßwerkzeuge, die bei jedem Temperaturwechsel kleine Veränderungen erleiden, nicht zu beeinflussen.

Auf jeder größeren Sternwarte sind noch neben der Hauptkuppel, die das größte Instrument beherbergt, kleinere Kuppelbauten vorhanden, in denen kleinere Fernrohre untergebracht sind. Hier werden einfachere Arbeiten an helleren Objekten vorgenommen, und meist sind jüngere Astronomen oder Studenten hier tätig, um dem Lichtwechsel veränderlicher Sterne zu folgen, die Sonnenscheibe mit ihren Flecken zu beobachten, oder an den kleinen „Kometensuchern" den Himmel nach neu aufgetauchten Schweifsternen zu durchmustern.

Verweilen wir indessen in diesen Räumen nicht länger und treten wir ins Allerheiligste der Sternwarte ein: in das „Meridianzimmer". Wenn die Sonne genau im Süden steht, ihren höchsten Stand erreicht hat, dann steht sie im „Meridian" des Ortes, in der „Mittagslinie". Alle Sterne aber, die über unseren Horizont treten, wandern ja von Osten über Süden nach Westen hin, und so müssen sie auch alle einmal im Laufe von 24 Stunden ihren höchsten Stand über unserem Horizont erreichen, also im Süden, oder, wie der Astronom sagt, „im Meridian" stehen. Es ist nun für den Astronomen von Wichtigkeit, zu wissen, wann die verschiedenen Sterne diese Meridianlinie passieren, denn dadurch ist ja zugleich auch ihr Abstand von einander, ihre Position am Himmelszelt bestimmt. Mit solchen Ortsbestimmungen der Sterne beschäftigt sich der Beobachter im Meridianzimmer. Sein Fernrohr ist ein ganz eigenartiges Ding (Abb. 48). Es hat wie eine Kanone links und rechts Räder, wie es scheint, und ruht mit seinen Achsen links und rechts unbeweglich auf massiven Steinpfeilern, die bis in das Grundwasser hinabreichen. Das Rohr selbst aber ist von mäßigen Dimensionen und guckt genau nach Süden zum Meridian. Vor seinem Okular sind ebenfalls senkrecht und wagerecht fein säuberlich Spinnfäden ausgespannt, die das Gesichtsfeld einteilen und Meßzwecken dienen. Der mittlere senkrechte Spinnfaden aber markiert die Meridianlinie, und in dem Augenblick, in dem dieser Faden die durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs laufende Sonnenscheibe genau in der Mitte teilt, steht die Sonne im Meridian, und es ist 12 Uhr 0 Minuten, 0 Sekunden Ortszeit. Sobald irgend ein Stern hinter diesen Faden tritt, was ja nur einen ganz flüchtigen Moment statthat, steht der Stern im Süden, im Meridian.

Selbstverständlich muß, da man bis auf die hundertstel Sekunde genau den Moment des Meridiandurchganges der Sterne bestimmen soll, das Meridianfernrohr absolut unbeweglich in dieser Richtung gehalten werden, und deshalb dreht es sich auch nicht nach links und rechts, sondern nur im Meridian auf und nieder, und das Meridianzimmer hat auch nur einen breiten, die Richtung des Meridians freigebenden Spalt, durch den das Rohr schauen kann. Die Räder links und rechts am Rohr aber sind Metallkreise mit silbernen Rändern, die mit sehr engen und feinen Teilstrichen versehen sind und an denen man mit Mikroskopen die Höhe der Sterne in dem

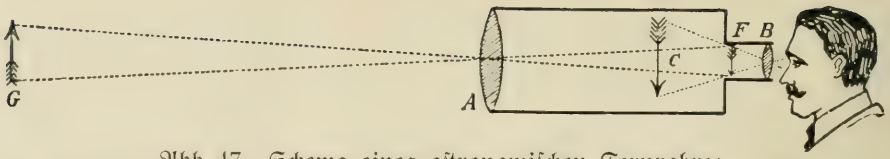


Abb. 47. Schema eines astronomischen Fernrohres
Das Objektivglas A entwirft vom Gegenstand G ein verkleinertes umgekehrtes Bild bei F. Dieses wird mit Hilfe des Okularglases B betrachtet und erscheint vergrößert, aber immer noch verkehrt im Punkte C

Moment, in dem sie im Mittelpunkt des Spinnfadennetzes stehen, bis auf den zwanzigtausendsten Teil einer Vollmondsbreite genau ablesen resp. bestimmen kann. Kein Wunder, daß der Astronom diese feine Meßmaschine mit Argusaugen bewacht, ist sie doch so empfindlich, daß sie schon dann kleine Meßfehler ergibt, wenn die Sonne einige Minuten auf den einen Pfeiler geschienen und diesen dadurch etwas erwärmt und ausgedehnt hat. Liegen die Achsen dieses Meßkunstwerkes nicht haargenau wagerecht, ist die eine oder andere auch nur um einen zehntel Millimeter zu weit nach Norden oder Süden gedreht, so sind schon die Meßresultate und alle an diesem Instrument ausgeführten Zeitbestimmungen mehr oder weniger fehlerhaft. Sehr feine Hilfsvorrichtungen sind wieder nötig, um die kleinen Abweichungen vom genauen Stand des Meridianinstrumentes zu messen und sie zu beseitigen, vor allen Dingen sehr genaue Wasserwagen. Selbst die Lampen, die die feine Gradeinteilung der Meßkreise beleuchten, werden nicht in dem Raume selbst, sondern außerhalb desselben aufgestellt, und senden durch Fenster ihr Licht in das Meridianzimmer, da die Wärme, die sie ausstrahlen, das Instrument beeinflussen würde. – Wir verstehen, daß das Meridianzimmer das Sanktuarium der Sternwarte ist, und nur selten wird es dem Fremden gestattet sein, diesen Raum zu betreten.

Hier ist auch der Ort, wo die genaue Zeit „gemacht" wird. Die wenigsten Menschen denken daran, daß sie ihre Uhr, wenn sie sie nach einer öffentlichen Uhr stellen, eigentlich nach der Hauptuhr der Sternwarte richten, und der Zeitdienst eine der wichtigsten Beschäftigungen des Astronomen ist, was wir in dem Kapitel „Was uns die Sterne nützen" näher ausführen wollen. Ohne genaue Zeit ist des Astronomen Wirken gar nicht denkbar, und daher ist nächst dem Fernrohr die Uhr das wichtigste Instrument auf einer Sternwarte, und auch sie wird behandelt wie ein rohes Ei und ständig sorgfältig kontrolliert. (Siehe Abb. 49.)

So eine astronomische Pendeluhr aber ist das Präziseste, was man sich denken kann! Ihr Pendel macht jede Sekunde eine Schwingung, in der Stunde also 3600, in einem Tage 86 400 und im Monat 2 592 000 Schwingungen. Dennoch ist ihr Gang so zuverlässig, daß sie im Monat sich kaum um ein bis zwei Schwingungen vergaloppiert. Es gibt astronomische Uhren, die in zwei Monaten kaum eine Sekunde vor- oder nachgehen. Tick-tack, tick-

tack! Langsam und majestätisch schwingt das schwere Pendel hin und her und der Sekundenzeiger — der über das ganze Zifferblatt hinweg reicht, springt mit unermüdlicher Pünktlichkeit Stunde um Stunde, Tag um Tag, Jahr um Jahr.

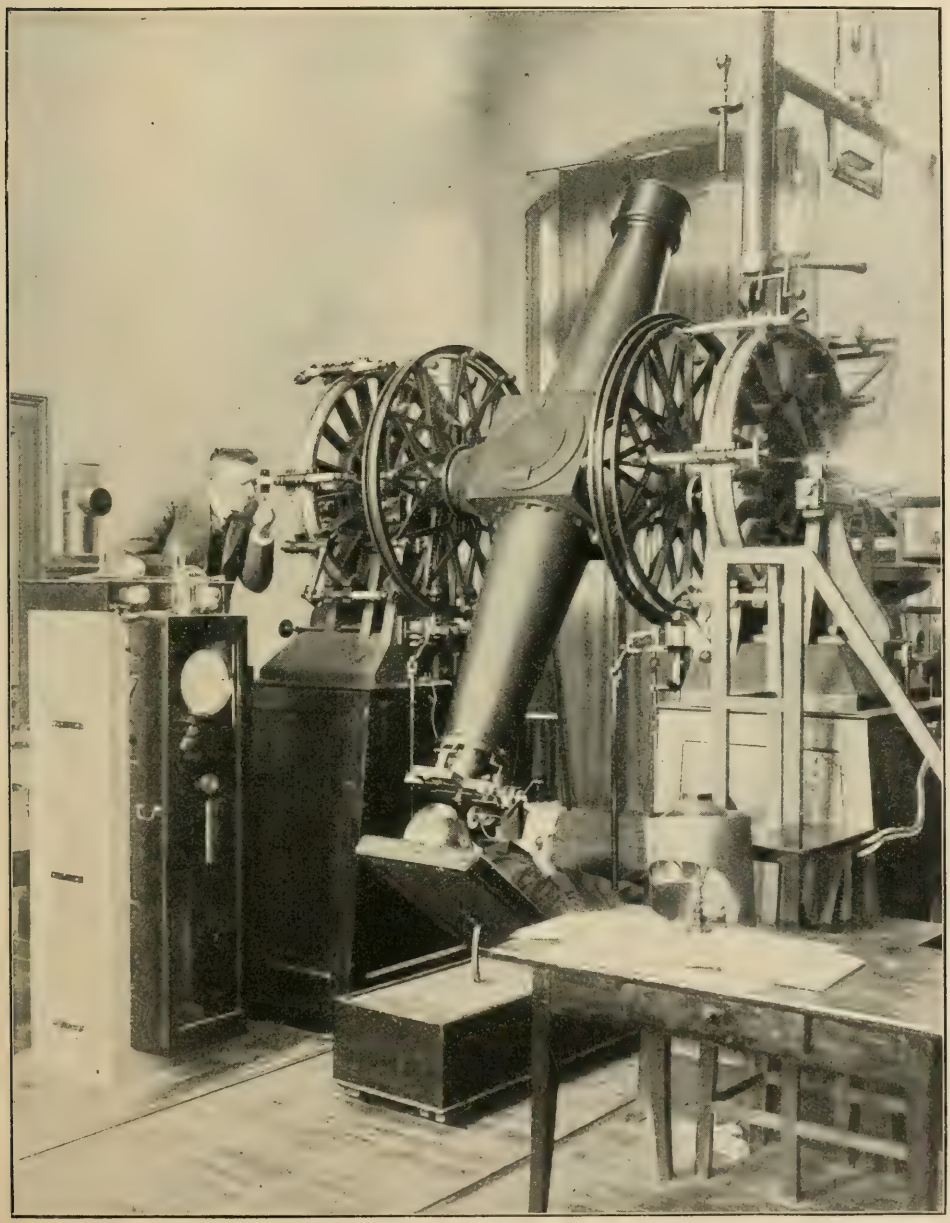


Abb. 48. Am Meridianinstrument

Wir wissen ja, daß Temperaturunterschiede den Gang einer Pendeluhr stark beeinflussen können. Wird es wärmer, so wird nach dem bekannten physikalischen Gesetz auch das Pendel etwas länger, und je länger das Pendel je langsamer schwingt es, je langsamer geht die Uhr. Tritt Kälte ein, so findet das umgekehrte statt, die Pendelstange verkürzt sich und die Uhr geht vor. Derartige Temperatureinflüsse können einer modernen astronomischen Pendeluhr nichts anhaben, dank der ungemein ingeniösen Konstruktion des Pendels, bei dem sich alle derartigen Veränderungen selbsttätig kompensieren.

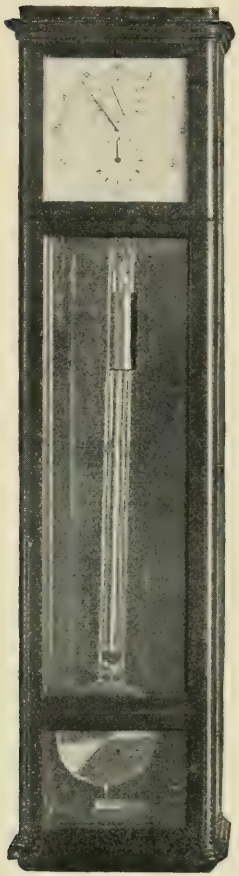


Abb. 49. Astronomische Pendeluhr der Berliner Sternwarte

Wie schon gesagt, muß der Astronom fast alle seine Messungen auf Zeit und Zeitgrößen beziehen. Wenn er an seinem Fernrohr steht und an den Spinnfäden im Mikrometer die Bewegungen der Sterne und ihren Abstand von einander messen will, so kann er das nur mit Hilfe seiner genauen Uhr. Er muß beispielsweise die Zeit bestimmen, die vergeht, bis zwei im Fernrohr sichtbare Sternchen nacheinander hinter einem bestimmten Spinnfaden, der hier als Ziel dient, vorbeilaufen. Früher zählte man einfach die in dieser Zeitspanne erfolgenden Sekundenschläge der in der Nähe aufgestellten Pendeluhr, neuerdings aber benutzt man einen besonderen Apparat, der alle Zeitsignale notiert, den sogenannten Chronographen*). Dieser hat Aehnlichkeit mit einem Telegraphenapparat (Abb. 50). Das Pendel der Uhr trägt eine kleine Spitze, die bei jeder Schwingung in einen Quecksilbertropfen eintaucht, und so alle Sekunde einen elektrischen Strom schließt. Dieser Strom setzt den Chronographen in Tätigkeit und bewirkt, daß auf dem abrollenden Papierstreifen dieses Apparates alle Sekunde ein kleiner Punkt entsteht (siehe die obere Punktreihe auf dem Streifen Abb. 51). So notiert also die Uhr selbsttätig ihre Zeit, und man braucht nur neben dem ersten Sekundenpunkt die von der Uhr abgelesene Zeit zu notieren, um immer feststellen zu können, welcher Sekunde dieser oder jener Punkt auf dem Streifen entspricht. — Der Astronom am Fernrohr hat nun einen elektrischen Druckknopf in der Hand, und wenn er auf diesen drückt, so entsteht unter den Sekundenpunkten der Uhr auf dem Streifen ein anderer Punkt. Er braucht also nur jedesmal, wenn einer der beiden Sterne, deren Abstand von einander er messen will, hinter den betreffenden Spinnfaden tritt, auf seinen Knopf zu

*) Chronograph = Zeitschreiber.

drücken, und jedesmal wird sich auf dem Papierstreifen des Chronographen dieses Signal unterhalb der Sekundenschläge der Uhr notieren. An den letzteren liest er dann nachher den Zeitunterschied der Sterndurchgänge ab, der auf unserem Streifen (Abb. 51) 6,5 Sekunden beträgt.

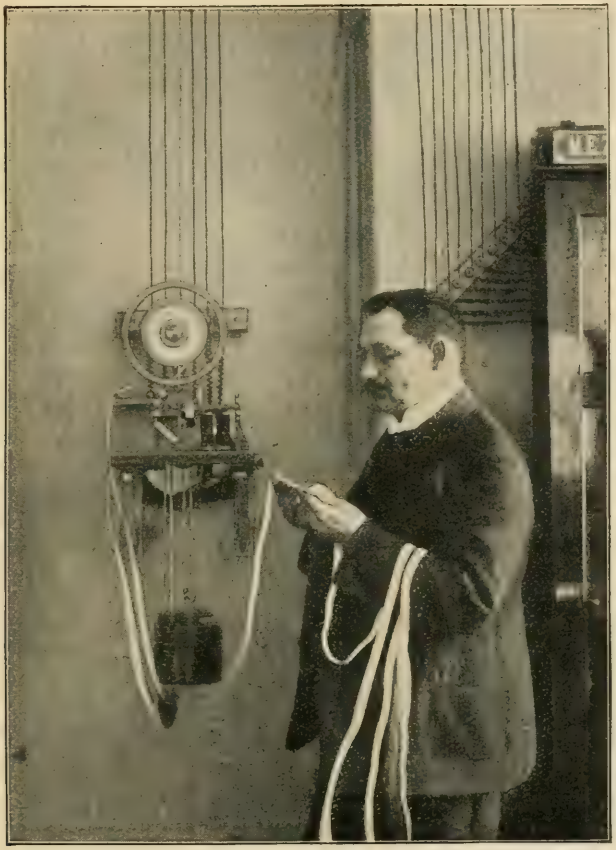


Abb. 50. Am Chronographen

Wir sehen, mit derartig feinen Meßwerkzeugen, wie sie der Astronom im Meridianinstrument und in der Pendeluhr besitzt, kann man Raum- und Zeitgrößen mit höchster Schärfe bestimmen; sie dienen ihm als Grundlagen für seine mathematischen Berechnungen, wie wir denn nicht vergessen müssen, daß all das nur sozusagen Vorarbeiten sind. Erst am grünen Tisch baut der Astronom aus tausend am Fernrohr gewonnenen Zahlenwerten sein Gebäude. Aber in diese seine stillen Arbeitszimmer, wo sich auf den Tischen Bücher, Tafeln, Tabellen mit Zahlen, Zahlen und wieder Zahlen und algebraischen Formeln auftürmen, wollen wir nicht eindringen.

Selbstverständlich ist die Tätigkeit des Astronomen weitaus vielseitiger, als sie hier auf unserer kurzen Wanderung durch seine Werkstätte beschrieben werden kann. Da beschäftigt sich der eine monatelang damit, den Himmel zu photographieren, um neue Sterne aufzusuchen und eine photographische Himmelskarte herzustellen; dort untersucht ein anderer mit dem Spektralapparat das Licht der Sterne. Dieser studiert Veränderungen der Mondoberfläche, jener die Flecke der Sonne, dort sucht man die Rätsel des Mars zu ergründen, hier die Bahnen der Sternschnuppen festzustellen.

Stunde um Stunde verrinnt. Unermüdlich mißt dort in der großen Kuppel der Observator die Bewegung des Kometen, der langsam unter den Sternen weiterwandert, vergleicht dort ein junger Assistent die Helligkeit eines im Lichtwechsel schwankenden Sternes mit Vergleichssternen in der Nähe, beobachtet und zeichnet hier ein Adjunkt die grauen Flecke auf dem Mars. Dumpf klingt das Tick-tack der Pendeluhr herüber, scharf klappern auf dem Chronographen die Signale, und das leise Tick-tick-tick der Chronometer flüstert von der schnell verrinnenden Zeit. Aber schon dämmert im Osten der Morgen. Eine feine Röte legt sich auf die kleinen Wölkchen am Horizont, die Herolde der Sonne. Grollend und kreischend schließen sich die Kuppelspalten. Die Sternlein verblassen im Morgengrauen. Drüben in der Ferne kriecht der erste Zug der Riesenstadt zu; er wälzt die ersten Arbeiterbataillone heran an die staubige Maschine des harten Lebens. Wir aber schreiten in Gedanken versunken heimwärts von jener stillen Warte, wo wir ausschauten nach anderen Erden, vielleicht schöneren.

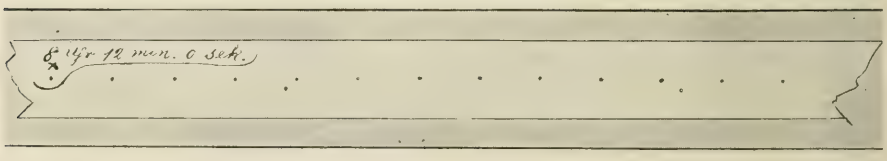


Abb. 51. Chronographenstreifen

Abb. 52. Louis Jacques Claude Daguerre,
der Erfinder der Photographie

Die Photographie als Gehilfin des Astronomen

Was die moderne Photographie auf allen Wissensgebieten leistet. Wichtigkeit der Photographie für den Astronomen. Weshalb die photographische Linse mehr leistet als das Auge. Ultraviolette Strahlen. Photographische Fernrohre. Sonnenphotographien. Mondphotographien. Die Photographie der Planeten ist noch sehr mangelhaft. Aufnahmen außerplanetarischer Objekte. Wie man auf photographischem Wege Planeten entdeckt. Stereoskop und stereoskopische Himmelsaufnahmen. Die große photographische Himmelskarte.

Was ist doch heutzutage aus der Kunst Daguerres geworden! Auf allen Gebieten des öffentlichen Lebens, der Kunst und der Wissenschaft hat sich die Photographie als eine äußerst nützliche, ja ganz unentbehrliche Gehilfin erwiesen. Besonders von dem was die Lichtbildkunst auf dem Gebiete der Wissenschaft leistet, macht man sich gewöhnlich kaum eine rechte Vorstellung. Da gibt es winzige Apparate, die in den Magen hinabgelassen werden um sein Inneres zu photographieren, das durch eine kleine Glühlampe erhellt wird. Feine Apparate gestatten es, das Innere der Blase, den Augenhintergrund oder mit Hilfe der Röntgenstrahlen das Innere des ganzen Körpers aufzunehmen. Der Meteorologe hält Blitz- und Wolkenbilder, die schnell vergänglichen, im Bilde fest; die Mikrophotographie zeichnet die allerwinzigsten Objekte der belebten Welt, die feinsten Organe mikroskopisch kleiner Lebewesen auf, gibt uns Photographien von Bakterien

und allerlei schädlichen, dem Auge verborgenen Geschöpfen in Riesengröße. Es gibt Apparate, die auf photographischem Wege Erdbeben registrieren, andere, die man auf den Meeresboden hinunterläßt, um jene geheimnisvollen Tiefen im Bilde festzuhalten. In unendlich winzigen Bruchteilen einer Sekunde photographiert man mit Kinematographen-ähnlichen Apparaten schnellste Bewegungen: Menschen und Tiere in schnellster Fortbewegung, fliegende Vögel, die Flügelschläge der Insekten im Fluge. Von fliegenden Gewehr- und Geschützkugeln werden in einer einzigen Sekunde viel hundert Aufnahmen angefertigt, ja es gibt photographierende Kanonenkugeln, die emporgeschossen werden zur Aufnahme des Geländes, es gibt photographierende Brieftauben und Drachenapparate, und der Luftschiffer nimmt die Kamera mit sich in die freien Höhen, um aus der Vogelperspektive die Welt da drunten auf die Platte zu bannen. Da gibt es Apparate, die Sprache und Musik photographisch fixieren, der Kriminalist, die verbreitende Kunst, das Zeitungswesen, alles, alles profitiert von Daguerres genialer Erfindung.

Auch die Astronomie kann der Photographie nicht entraten. Was unser Auge nur mit großer Mühe, was es mitunter gar nicht mehr zu sehen vermag, zeichnet das gläserne Auge der photographischen Kamera deutlich auf seine Netzhaut, die lichtempfindliche Platte, auf. Es ist unrichtig, zu sagen, die photographische Kamera sieht schärfer als ein gutes Auge, vielmehr *summieren* wir die Lichteindrücke auf die lichtempfindliche Platte, indem wir sie eben entsprechend lange den Strahlen des Lichtes aussetzen. Außerdem kommt noch hinzu, daß es sich beim Licht nicht nur um die *optisch* wirksamen Strahlen handelt, also um die, die unserem Auge gut wahrnehmbar sind, sondern vor allem um *chemisch* wirksame Strahlen, welch letztere eben die photographische Platte leicht, das Auge hingegen zumeist gar nicht beeinflussen. Während das Auge ermüdet, wenn wir lange auf schwach leuchtende Gebilde sehen um sie zu erkennen, zeichnet die Photographie solche um so besser auf, je länger wir den Apparat auf sie richten.

Gerade dieser Umstand aber macht die Photographie zu einer vorzüglichen Gehilfin des Astronomen. Es gibt Stellen am Fixsternhimmel, die fast sternenleer sind, ein normales Auge erblickt an diesen Orten vielleicht 3—4 Sterne, das Fernrohr zeigt uns vermöge seiner optischen Kraft 40—50, und die photographische Platte, die wir 3—4 Stunden lang den Strahlen der Sterne aussetzen, zeichnet von derselben Himmelsgegend mehrere hundert Sterne auf, die dem Auge selbst im Fernrohr entgangen waren. Siehe Abb. 54 u. 56. Außerdem gibt es Gebilde am Himmel, die viel *ultraviolettes* Licht ausstrahlen, eine Lichtart, die nicht auf unser Auge, wohl aber wegen der Reichhaltigkeit an chemischen Strahlen, auf die photographische Platte wirkt. Eine ganz bestimmte Art von Himmelsobjekten, die sogenannten kosmischen Nebel, Abb. Seite 420, sind sehr reich an solchen ultravioletten Strahlen, und manche dieser Gebilde würden so dem mensch-

lichen Auge ewig verborgen bleiben, wenn die Photographie sie nicht aus dem Dunkel des Unbekannten ins helle Licht der Forschung zöge. Nebenbei sei erwähnt, daß es Geschöpfe gibt, die ultraviolette Strahlen wahrnehmen können, z. B. die Ameisen.

Die erste Himmelsphotographie stellte 1850 der Astronom Bond her. Es war eine Mondaufnahme. Die hohe Empfindlichkeit der modernen Trockenplatten hat wesentlich dazu beigetragen, daß die Photographie auf den Sternwarten eine wichtige Rolle spielt. Auf allen großen Sternwarten befinden sich daher Apparate für Himmelsphotographie. Für einfache Zwecke genügt es, wenn man das Fernrohr als photographischen Apparat benützt, indem man am hinteren Ende desselben, wo man sonst hindurchsieht, die Kassette mit der lichtempfindlichen Platte anbringt, die dann gewissermaßen das Auge ersetzt. Man hat aber auch speziell photographische Fernrohre konstruiert, deren Objektivlinsen so geschliffen und zusammengesetzt sind, daß sie hauptsächlich die chemisch wirksamen Strahlen auf die photographische Platte konzentrieren. (Abb. 53.)

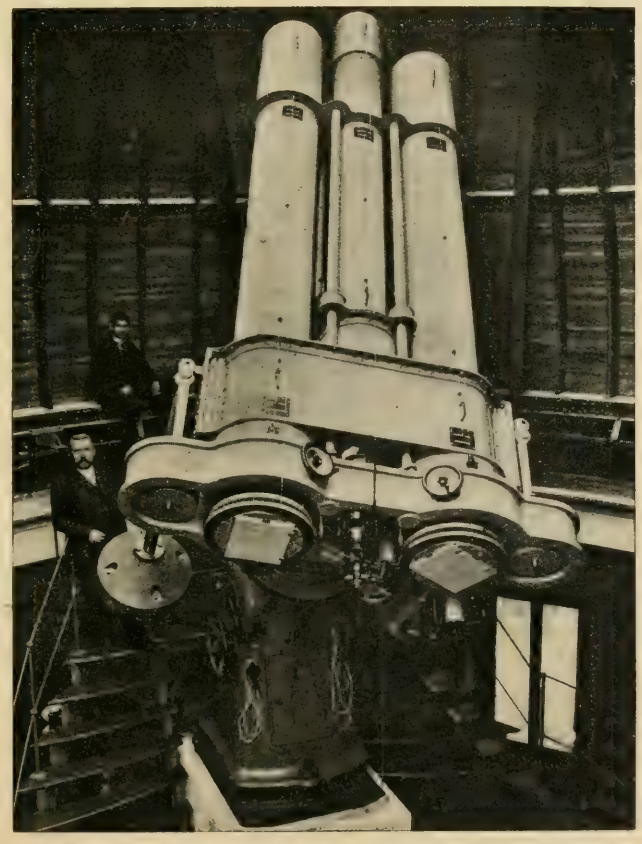


Abb. 53. Modernes photographisches Doppelfernrohr der Sternwarte Neuchâtel, erbaut von Zeiß, Jena

Mit wenigen Ausnahmen sind die Himmelsphotographien Daueraufnahmen. Da aber die Gestirne nicht stillstehen, sondern während der Zeit der Belichtung, die mitunter mehrere Stunden beansprucht, weiterwandern von Osten nach Westen, so muß man, um scharfe Aufnahmen zu erhalten, den photographischen Apparat resp. das Fernrohr mit einem Triebwerk versehen, das die Kamera

Abb. 54. Partie im Sternbild des Perseus
mit freiem Auge betrachtet
Siehe Abb. 56

dem Stern nachführt, so daß dieser stets sein Licht auf denselben Punkt der lichtempfindlichen Platte wirft. Um sich davon zu überzeugen, ob das Uhrwerk tatsächlich genau funktioniert, bringt man an den ganzen Apparat noch ein zweites Fernrohr an, „Sucher" oder Visierfernrohr genannt, das so befestigt ist, daß es gleichfalls den Stern in seinem Gesichtsfelde zeigt, wenn er in dem photographischen Apparat eingestellt ist. Man kann somit fortwährend vergleichen, ob der Stern noch genau an derselben Stelle im Fernrohr und im Apparat steht.

Sehr wichtig ist die Photographie bei der Beobachtung der Sonne. Es gibt Observatorien, auf denen die Sonne täglich mehrere Mal photographiert wird, z. B. auf dem Astro-Physikalischen Observatorium zu Potsdam, wo zwei hervorragende deutsche Astronomen, die Professoren Vogel und Scheiner, speziell die photographische Methode ausgebildet haben. Für die Photographie der Sonne bedarf man allerdings recht komplizierter Apparate. Die gewaltige Lichtfülle, die sie ausstrahlt, muß entweder sehr abgeschwächt oder aber die Belichtungszeit durch sehr schnell arbeitende Momentverschlüsse auf wenige Tausendstel einer Sekunde abgekürzt werden.

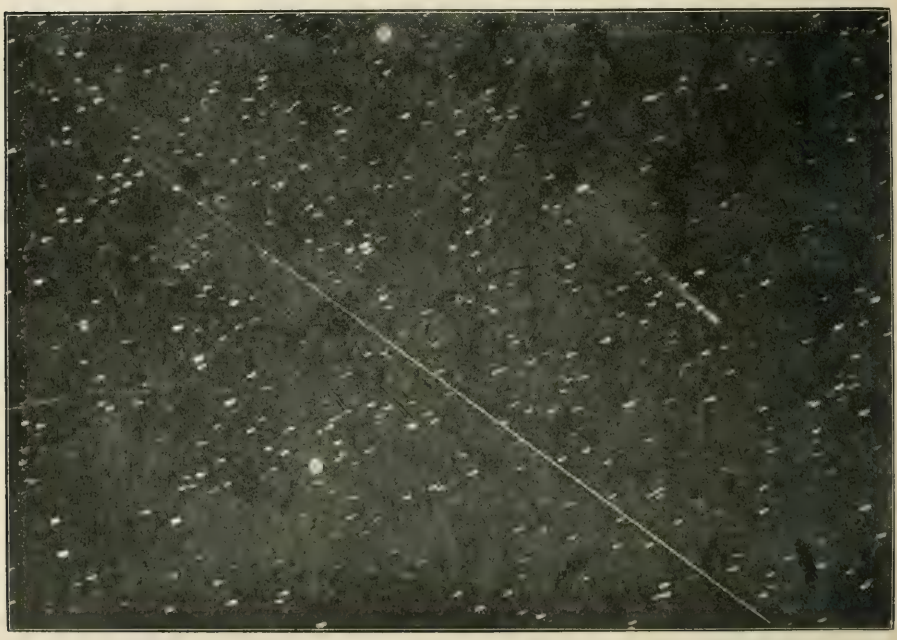


Abb. 55. Zufalls-Photographie einer fliegenden Sternschnuppe
Phot. E. E. Barnard. Lick-Observatorium

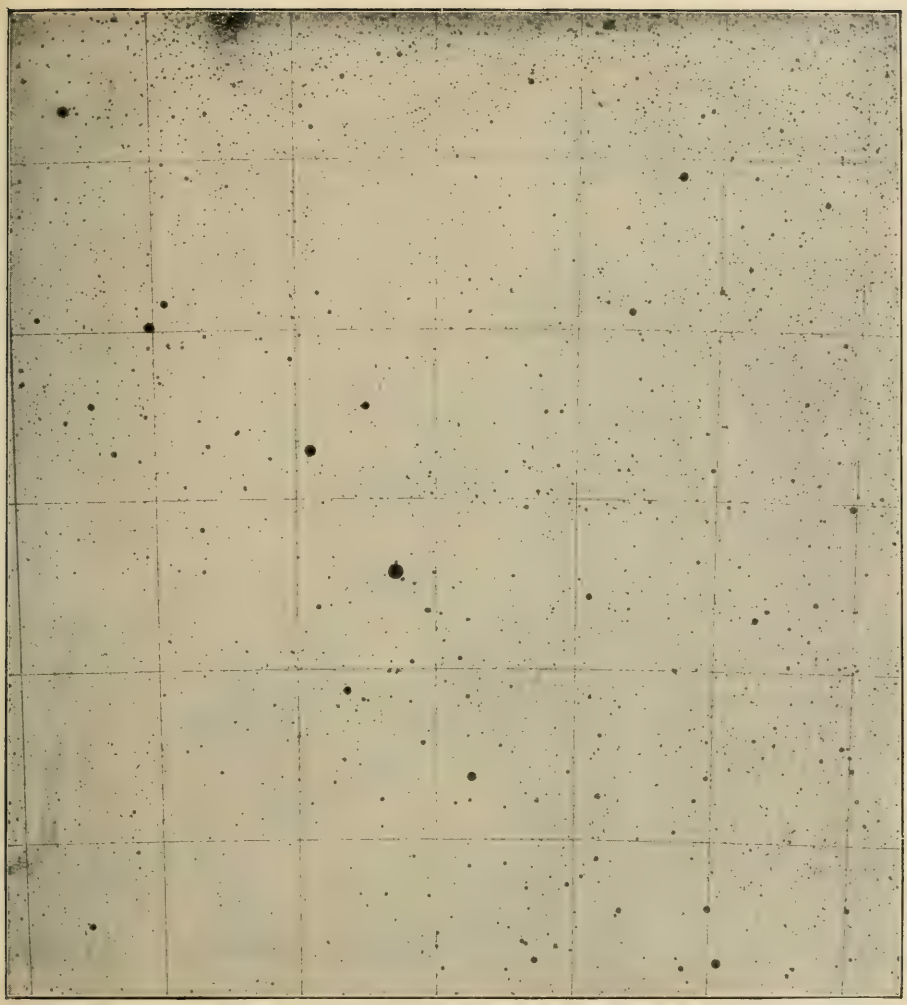


Abb. 56. Photographische Aufnahme einer Partie im Sternbilde des Perseus
Photographische Sternkarte von Joh. Palisa und Max Wolf
Vergl. Abb. 54

Bei einer totalen Sonnenfinsternis, wo sich die wichtigsten astronomischen Ereignisse auf zwei bis drei Minuten zusammendrängen, vermag der Forscher selten alles mit Ruhe in den kurzen Augenblicken zu beobachten und zu verzeichnen. Ganz anders die Photographie; Hunderte von Aufnahmen machen wir in diesen wenigen Minuten und so werden von den astronomischen Expeditionen zur Beobachtung von Sonnenfinsternissen speziell große photographische Apparate mitgeführt. (Abb. 57.) Von gleicher Wichtigkeit ist es, die Oberfläche der Sonne selbst oft zu photographieren. Wer schon einmal durch ein großes Fernrohr die Sonne betrachtet hat, wird

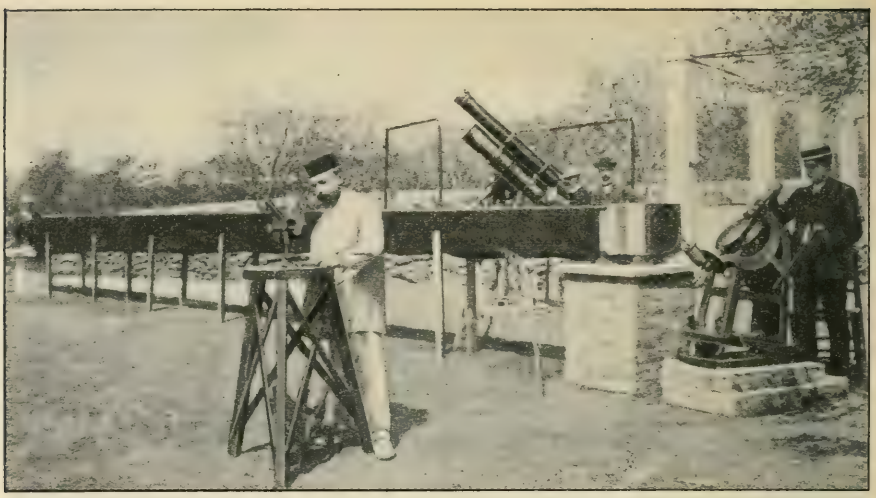


Abb. 57. Große photogr. Kamera zur Aufnahme der Sonnenfinsternis
Horizontal im Hintergrunde gelagert. Photographische Aufnahme von Dannenberg u. Co., Berlin

auf ihrer Oberfläche außer den bekannten großen Sonnenflecken, die als mächtige Wolken von Metalldämpfen anzusehen sind, Milliarden winziger heller und dunkler Pünktchen bemerkt haben, die den Eindruck machen, als sei die Sonne mit hellen und dunklen Kieselsteinen bestreut. (Abb. auf Seite 167.) Der Astronom nennt diese Erscheinung die „Granulation"*) der Sonne, und die neueren Untersuchungen, die eben nur dadurch möglich wurden, daß man täglich die Sonnenoberfläche photographierte, haben gezeigt, daß jene hellen und dunklen Pünktchen durchaus nicht so regellos liegen, wie man früher glaubte, daß im Gegenteil in diesem eigentümlichen Gewirr von Hell und Dunkel gesetzmäßige Strömungen vor sich gehen, deren Bedeutung und Einfluß auf die anderen Erscheinungen der Sonne, von denen ja manche Erscheinungen auf der Erde abhängen, zurzeit freilich noch nicht völlig aufgeklärt sind.

Fast ebenso erfolgreich als die der Sonne, ist die Photographie des Mondes. Das Licht des Mondes gestattet freilich keine Momentaufnahmen; man muß vielmehr 1—3 Sekunden exponieren; während dieser kurzen Zeit aber ziehen — wenn die Luft nicht ganz klar und ruhig ist — dünnere und dichtere, wärmere und kältere Luftschichten über uns dahin und jede derselben bricht das Licht anders als die vorhergegangene. Das Bild des Mondes muß daher in seinen Feinheiten etwas verzerrt werden, etwa so, als hätten wir es über aufsteigender Hitze eines Feuers, das sein Bild scheinbar in zitternde Bewegungen bringt, photographiert. Nichtsdestoweniger erhält man mit guten Instrumenten bei guter Luft ganz vorzügliche Bilder, die die Tausende kreisrunder Mondkrater (besonders an dem geraden Rande

*) Granulation = Körnung.

des Mondes, Terminator oder Lichtgrenze genannt), sowie die Gebirgszüge und die großen Flecken, die Betten der ehemaligen Meere des Mondes, in großer Schärfe wiedergeben, wie das die in dem Kapitel „Die Welt des Mondes" abgedruckten Mondphotographien erkennen lassen. Obgleich nun eine gute Mond-Photographie recht intime Feinheiten der Mondoberfläche enthält, wie feine Risse im Gestein und winzige Krater, die an großen Kratern wie Schmarotzer hängen, ist die direkte Beobachtung des Mondes im Fernrohr durch einen geübten Beobachter vielmals erfolgreicher als die Photographie, d. h. man sieht in einem guten Fernrohr ganz unvergleichlich mehr Details als die beste Mondphotographie geben kann. Wenn dennoch die Zeichnungen von Mondlandschaften weniger Details aufweisen als eine Photographie, so liegt das an der geradezu verwirrenden Fülle von Einzelheiten, die das zerklüftete Bergland des Mondes bietet. Ein Zeichner hätte monatelang zu tun, um all das wiederzugeben, was die photographische Platte in Sekunden notiert. (Siehe Abb. 59 und 60.)

Sehr mangelhaft ist heute noch die Photographie der Planeten-Oberflächen; die Planeten sind zu lichtschwach, man muß zu lange exponieren und erhält so wegen der Luftunruhe unscharfe Bilder. Man vergleiche die hier abgedruckten Photographien der Planeten Jupiter und Saturn mit den zeichnerischen Darstellungen im Kapitel XIX. Neuerdings ist es aber sogar gelungen, einige Marskanäle aufzunehmen. Diese hochinteressante Aufnahme zeigt Abb. 63.

Sehr wertvoll ist die Himmelsphotographie bei den außerplanetarischen Objekten, bei den Fixsternen, Sternhaufen und Nebelflecken, überhaupt überall da, wo es nicht auf feinere Details, sondern auf die Notierung des Objektes überhaupt ankommt. Wenn wir mit einem guten Fernrohr in einer klaren Nacht den Himmel durchforschen, bemerken wir hin und wieder, besonders in der Gegend der Milchstraße, eigentümliche graue Wölkchen von mattem Glanz, die unverändert ihren Platz behalten. Es sind dies gewaltige Mengen leuchtender Gase, die fernab von unserem Sonnensystem in unermeßlichen Weiten schweben, und

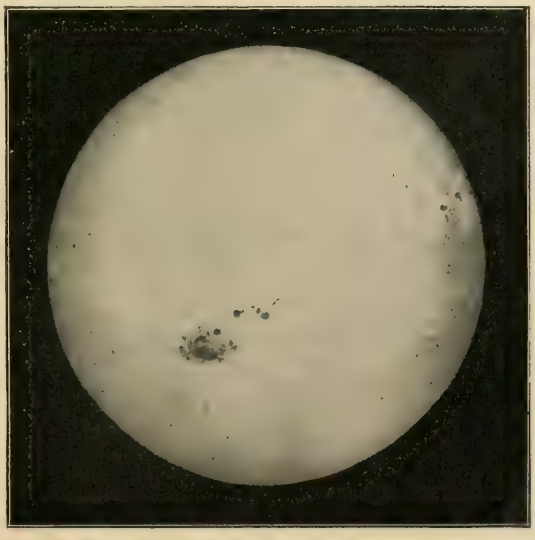


Abb. 58. Photographische Aufnahme der Sonne von Lohse in Potsdam

Abb. 59. Umgebung des Mondgebirges Ptolemäus
Nach einer Zeichnung

aus denen sich, nach Jahrmillionen, vielleicht feurige, leuchtende Sonnen formen. Der Astronom nennt diese leuchtenden Wolken im Himmelsraum „Nebelflecke". Wir erwähnten schon, daß es Gebilde gibt, die viel ultraviolettes Licht ausstrahlen, solche Gebilde sind die Nebelflecke vorzüglich. Hier verdient daher die Photographie den Vorzug vor der direkten Betrachtung, weil die feinen Windungen und Ausläufer dieser Nebel, deren Form Schlüsse über ihre Bewegungen usw. gestattet, vom Auge des Beobachters nicht erfaßt werden, während sie die photographische Platte nach acht- bis zehnstündiger Belichtung außerordentlich scharf notiert! Hier also steht die am Fernrohr gewonnene Zeichnung selbst des besten Beobachters weit hinter der Photographie zurück. (Abb. 65 und 66.)

Vielfach hat man solche Nebel erst mit Hilfe der Photographie entdeckt, so daß man in neuerer Zeit den Himmel systematisch strichweise photographiert, um die Nebelmassen, deren Anzahl sehr beträchtlich ist, festzustellen. Zuweilen findet man dann wohl ein ähnliches nebelartiges Gebilde, das indessen — wie man bald bemerkt — kein wirklicher Nebelfleck ist. Es bewegt sich langsam am Himmel weiter und ändert seinen Ort in bezug auf die ihn umgebenden Sterne. Diese Bewegung aber verrät die Natur des Gestirns: es ist ein Komet, der, in weiter Bahn die Sonne umwandernd, nun aus der Sonnenferne wieder zurückkehrt. (Abb. 69.)

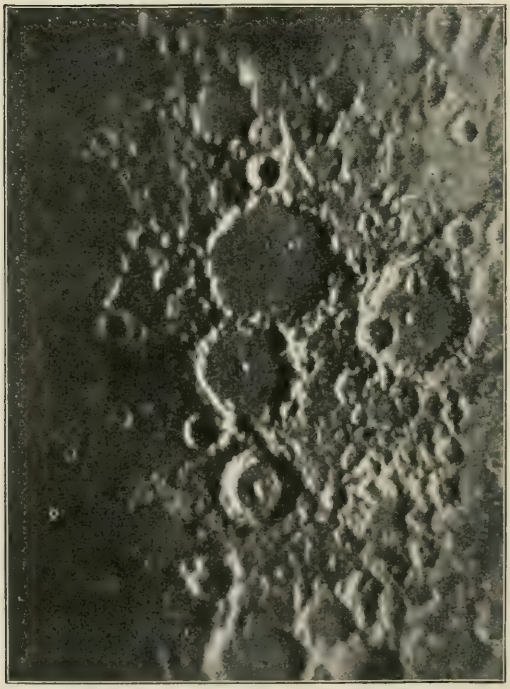


Abb. 60. Umgebung des Mondgebirges Ptolemäus
Nach einer Photographie

Um unter den hunderttausenden winzigen Sternchen,

die das Fernrohr zeigt, jene außerordentlich kleinen Planeten (Planetoiden) herauszufinden, die zwischen den Planeten Mars und Jupiter um die Sonne kreisen und von denen man — obgleich der erste im Jahre 1801 zufällig aufgefunden wurde, jetzt bereits gegen 1000 kennt, kann man heute der Himmelsphotographie kaum noch entraten. Diese kleinen Planeten gleichen den kleinen Fixsternen auf ein Haar, und wie sollte der Astronom unter Hunderttausenden von Sternen, die einander vollkommen gleichen, den einen herausfinden, der kein Fixstern ist, sondern ein die Sonne umkreisender Planet! Einzig und allein ihre Bewegung verrät sie! Während die Fixsterne ihren Ort am Himmel unverändert beibehalten, wandern die Planeten, die „Kinder der Sonne", unter den Sternen einher. Richtet man daher den Apparat auf die Fixsterne, so zeichnen sich diese als Punkte auf, die Planeten hingegen sind während der stundenlangen Belichtung ein Stück Weges am Himmel weitergewandert; sie hinterlassen daher auf der photographischen Platte die Spur dieses Weges in Gestalt eines Striches. Abb. 68.) Wo immer also auf einer Himmelsphotographie ein solches gewöhnlich kaum einen halben Millimeter langes Strichlein zu sehen ist, weiß man, daß es ein Planet hervorbrachte.

Nur mit Hilfe der Himmelsphotographie konnten auch jene winzigen Monde aufgefunden werden, die man in den letzten Jahren bei den Planeten Jupiter und Saturn entdeckte, und die der direkten

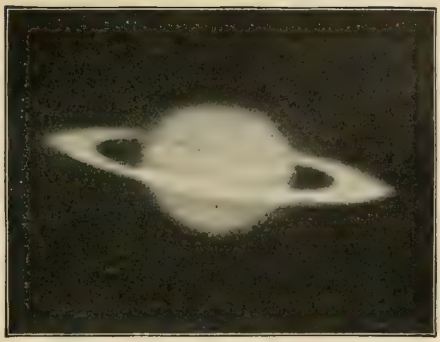


Abb. 61. Photographische Aufnahme des Planeten Saturn
Hergestellt auf der Lick-Sternwarte

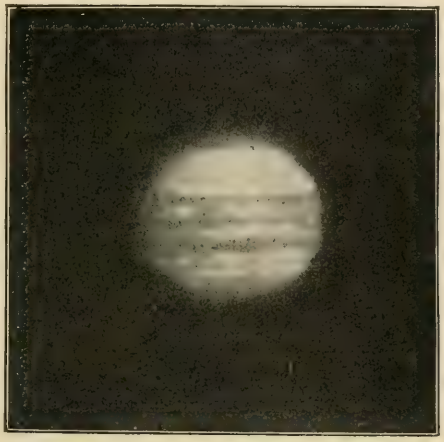


Abb. 62. Photographische Aufnahme des Planeten Jupiter
Hergestellt auf der Lick-Sternwarte

Abb. 63. Photographische Aufnahme des Planeten Mars
Hergestellt von P. Lowell

Beobachtung durch das Auge im Fernrohr wohl ewig unzugänglich sein werden.

Eine ganz besondere Art von Himmelsaufnahmen stellen die Stereoskopbilder des Mondes, der Sonne und der Kometen dar, die uns jene fernen Welten plastisch schauen lassen. (Abb. 67.)

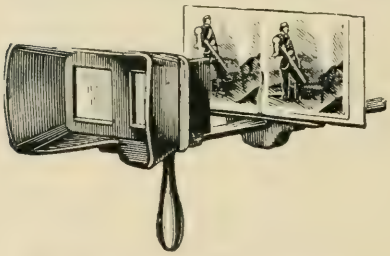


Abb. 64. Stereoskop-Apparat

Das Stereoskop, der Körperseher, ist überhaupt ein außerordentlich interessantes Instrument (Abb. 64), das für wissenschaftliche Zwecke sowohl wie zur Belehrung und Unterhaltung brauchbar ist. Wir haben ihn ja wohl alle schon im Schaufenster des Optikers gesehen, jenen kleinen Guckkasten mit den beiden Augengläsern, den zwei Photographien ein- und desselben Gegenstandes eingesetzt werden, die dann, wenn man hindurchschaut, zu einem Bilde verschmelzen, das aber nunmehr vollkommen plastisch erscheint, so daß man die Natur selbst und nicht mehr ein Bild zu sehen glaubt. Wir können die Dinge um uns hier nur mit zwei Augen körperlich, plastisch, sehen, weil wir — um mich verständlich auszudrücken — mit dem einen Auge etwas links, mit dem anderen etwas rechts um die Dinge herumschauen können. Bei weit entfernten Körpern, z. B. beim Monde, geht das nicht mehr an, und so sehen wir den Mond nicht mehr als Kugel, sondern als Scheibe. Ein Einäugiger kann daher alle

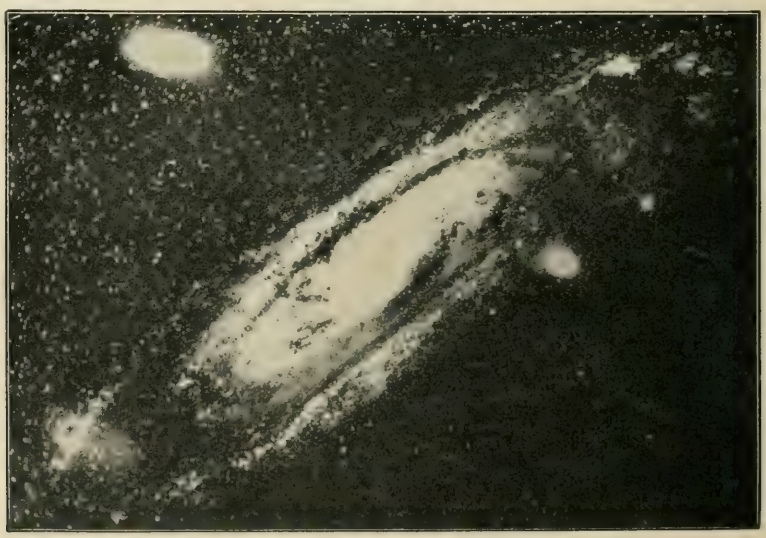


Abb. 65. Der Nebel in der Andromeda
Nach einer Photographie hergestellt auf dem Yerkes-Observatorium
Von Prof. Ritchey

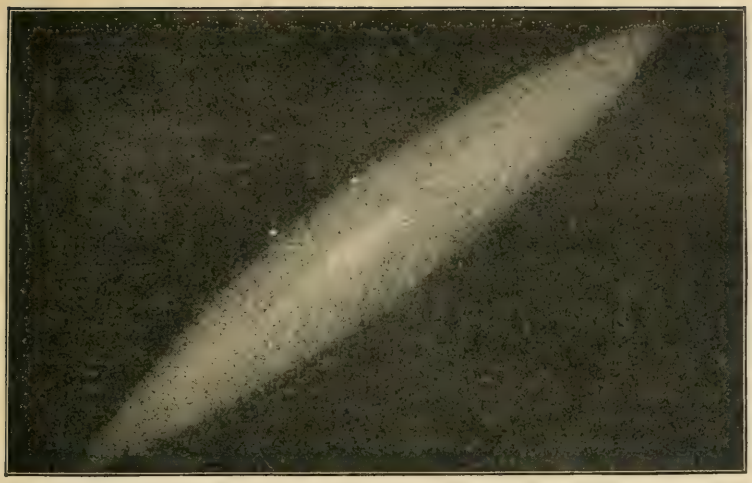


Abb. 66. Der Nebel in der Andromeda
Nach einer Zeichnung am Fernrohr

Gegenstände, die nicht ganz dicht vor seinem Gesicht liegen, nicht mehr plastisch sehen, und so kann natürlich auch ein mit dem gewöhnlichen, sozusagen einäugigen photographischen Apparat aufgenommenes Bild die Dinge nicht plastisch wiedergeben. Macht man aber mit einem zweiäugigen Photographenapparat, also mit einem der zwei Objektive besitzt, Aufnahmen von den Gegenständen, so erhalten wir zwei Bilder, die ein wenig von einander verschieden sind: das eine Bild zeigt die Dinge mehr von links, das andere mehr von rechts gesehen. Bringt man nun beide Bilder in den Stereoskop-Guckkasten, so erhält man ein plastisches Bild. — Bei Himmelskörpern muß man natürlich ein anderes Verfahren anwenden, um Stereoskopbilder zu erhalten; sie sind so fern, daß der geringe Abstand der beiden Linsen eines stereo-photographischen Apparates keine perspektivischen Unterschiede ergeben

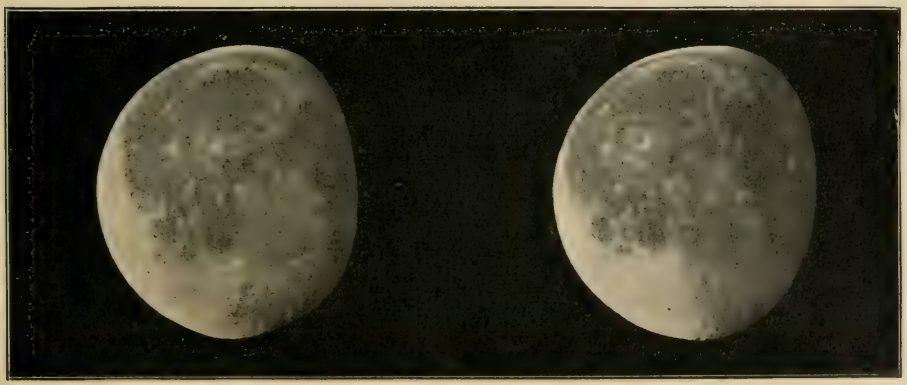


Abb. 67. Stereoskop-Aufnahme des Mondes

würde. Man hilft sich, indem man einfach mit dem Fernrohr zu verschiedenen Zeiten zwei Aufnahmen von dem Himmelskörper, etwa dem Monde, macht. Er hat sich in der Zwischenzeit etwas im Raume weiterbewegt, und der Winkelunterschied für die beiden Aufnahmen ist so also nicht durch Verschiebung des Aufnahmeapparates, sondern durch die Bewegung des photographierten Objektes selbst gegeben. Die Betrachtung der beiden Bilder im Stereoskop liefert oft sehr schöne Resultate. Der Mond zeigt sich deutlich als Kugel, nicht als Scheibe, wie er dem freien Auge erscheint. Auch die Sonne zeigt Kugelgestalt und man sieht deutlich, daß ihre Flecke Gebilde sind, die über der Sonnenoberfläche schweben. Sehr interessant sieht die Stereoskopaufnahme eines Kometen aus. Mit verblüffender Deutlichkeit erkennt man, daß der Schweifstern weit vor den Sternen des Himmelhintergrundes im Raum schwebt. Ein besonderes Instrument, der „Stereokomparator", gestattet aus solchen Aufnahmen Messungen über die Art und Größe der Bewegung der Gestirne auszuführen.

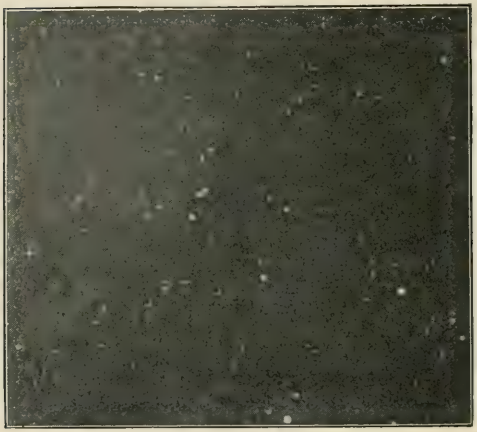


Abb. 68. Photographie eines Planetoiden

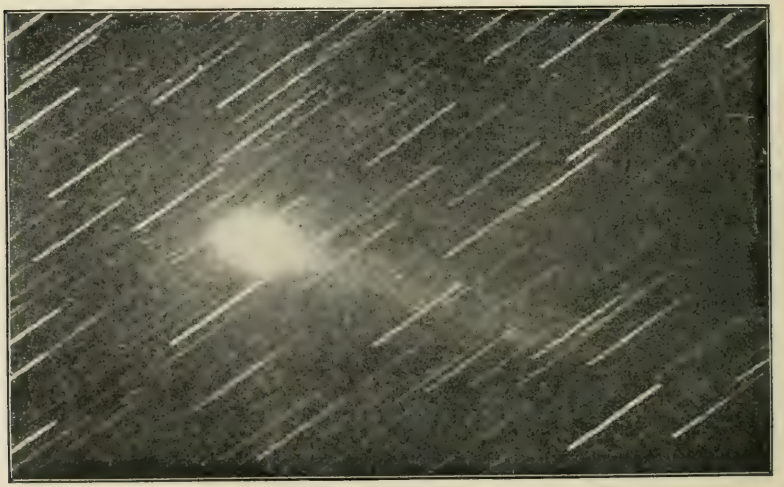
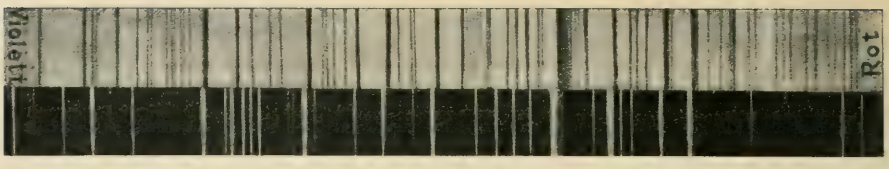


Abb. 69. Photographische Aufnahme des Kometen Perrine vom Jahre 1902
Die Striche wurden durch die Bewegung der Sterne während der einstündigen Expositionszeit hervorgerufen. Aufnahme von Dr. Isaac Roberts

Das großartigste Werk der Himmelsphotographie ist aber wohl die große photographische Himmelskarte, an der man seit Jahren arbeitet. Sie wird aus insgesamt etwa 20 000 Teilaufnahmen des Fixsternhimmels bestehen und alle Sterne bis zur 14. Größe, also etwa 30 Millionen an der Zahl enthalten. Achtzehn über die ganze Erde verteilte Sternwarten teilen sich in die Arbeit, und jede hat ungefähr 1200 Aufnahmen zu machen. Ein gewaltiges Werk, das uns, wenn es fertig ist, wichtige Aufschlüsse über allerlei Veränderungen im Reiche der Sterne geben wird.

Abb. 70. Eine der ersten Mondphotographien
Phot. Draper 1863



Verschiebung der Fraunhoferschen Linien (oben) im Spektrum des Sternes α Orionis nach Rot

Sie zeigt, daß sich der Stern 70 km in jeder Sekunde von uns entfernt.

„Licht, ob als Blitz es aus den Wolken rann,
Ob es vom Glühwurm strömt, vom dunklen Meer,
Ob Mond, ob Stern, die Sonne facht es an,
Licht! Wo du immer glühst, ich bet' dich an."
(Aus dem Persischen von Hart.)

Was uns das Prisma von den Sternen mitteilt

Der gläserne Zauberstab. Der einzige Bote des Sternenraumes. Zweifel des Laien an den Resultaten der Astronomie. Das Wesen des Lichtes. Farbiges und weißes Licht. Das Prisma. Das bunte Band des Spektrums. Josef Fraunhofer und die Fraunhoferschen Linien. Der Spektralapparat. Bunsen und Kirchhoff schaffen die Spektral-Analyse. Das Spektrum glühend-fester, -flüssiger und -dampfförmiger Körper. Ein 3000-Millionstel Gramm Natrium. Helle und dunkle Linien im Spektrum. Die Spektral-Analyse eine Chemie der Sterne. Untersuchung der Gestirne mit dem Spektrographen. Zusammensetzung, Beschaffenheit und Alter der Sterne zeigt das Spektrum. Wie das Prisma die Bewegung der Sterne verrät. Wie Töne und Licht durch Bewegung geändert werden. Christian Doppler und sein Prinzip. Verschiebung der Fraunhoferschen Linien. Ueberall im Weltenraum die gleichen Stoffe.

Ich kenne einen wunderbaren Zauberstab, einen Zauberstab, gegen den die aller Hexenmeister — von Bellachini bis zur Lenormand — ein Nichts sind. Halte meinen Stab ins helle Sonnenlicht, halte ihn ins Licht der fernen Sterne, und er wird dir — wenn du ihn nur recht verstehen kannst — eine wunderbare Geschichte erzählen. Er wird dir Probleme deuten, deren Erschließung man nie geahnt. Rätsel lösen, die ewig unlösbar schienen. Dieser Zauberstab ist ein unscheinbares, dreieckiges Glasstäbchen, und fast in jedem Salon kann man ihn zu Dutzenden am Kronleuchter hängen sehen; die Leute nennen ihn ein Prisma, und nur wenige wissen, welche Wunder er wirken kann. Wie oft hast du nicht als Kind ein solches Prisma vor die neugierigen Augen gehalten und lustig hindurchgeblinzelt! Ei, wie sah die Welt kunterbunt aus durch dieses gläserne Stäbchen; alles mit roten, gelben, grünen, blauen Kanten, Nachbars Haus und die Bäume, und Hinz und Peter! Das ist nun schon ein Weilchen her, und du hast inzwischen gewiß schon Dinge in der Welt gesehen, die dir rätselhafter vorgekommen sind als dieses unscheinbare Glasding, das die Welt bunt färbt, und doch siehst du hier eins der größten Wunder, aus dem der Mann der Wissenschaft nichts Geringeres zu erlauschen vermag, als das Was und Wie des ganzen Weltgebäudes, soweit die Sternenwelt reicht!

Nur ein einziger Bote bringt uns Nachricht aus dem fernen Lande der Urania; nur ein einziger. Keinen Boten gibt es, der schneller dahin eilt, der Eilzug ist eine Schnecke ihm gegenüber! Dreimalhunderttausend Kilometer durchschwirrt er in einer einzigen Sekunde, und in einem Viertelstündchen reist er von der Sonne zur Erde und wieder zurück. Die Sprache, die dieser Bote spricht, richtig zu übersetzen, ist die einzige Aufgabe des Astronomen, denn wenn wir die Mitteilungen dieses Botschafters nicht zu entziffern vermögen, werden uns die Vorgänge in jenem fernen Lande der Sterne ewig unverständlich bleiben. Und wie wir das Hörrohr oder gar das Telephon zu Hilfe nehmen müssen, um das, was uns aus der Ferne mitgeteilt wird, zu verstehen, so mußten wir auch eine Anzahl von Instrumenten ersinnen, um die Sprache dieses einzigen Boten des Weltenraumes, Licht genannt, genauer übersetzen zu können: es sind Fernrohr, Kamera und Spektroskop. Und von diesem letzteren, das uns die tiefsten Geheimnisse aus dem Reiche der Sterne übersetzt hat, soll hier die Rede sein; sein Hauptbestandteil aber ist jener gläserne Zauberstab, das Prisma.

Ein großer Teil des Publikums steht den Resultaten der astronomischen Forschung ein wenig skeptisch gegenüber. Jene Sterne, die in unermeßlichen Fernen stehen, wie vermag der Forscher zu sagen, daß sie so und so weit entfernt sind von unserem heimatlichen Erdenrund, daß sie so und so viele Meilen im Durchmesser haben, sich so und so schnell im Raume fortbewegen und an einem bestimmten Tage da und da stehen werden? In einem anderen Kapitel soll darüber etwas Näheres gesagt werden, wie der Astronom diese Resultate gewinnt*); hier wollen wir speziell ein Gebiet behandeln, das wohl am skeptischsten vom Nichtfachmann betrachtet wird, weil es ihm schier unmöglich erscheint, hier etwas Positives zu wissen: ich meine das Gebiet der Astrophysik, jenes Teiles der astronomischen Wissenschaft, der sich damit beschäftigt, die Zustände auf anderen Weltkörpern zu erforschen, ihre Zusammensetzung usw. zu ermitteln.

Wenn wir hier bei der Beschreibung der Himmelskörper lesen werden, daß auf der Sonne Wasserstoffgas, Natrium, Eisen, Nickel, Magnesium und manches andere enthalten ist, daß sich auf dem Monde keine Spur von Luft findet, daß in der Atmosphäre des Planeten Mars Wasserdampf enthalten ist, daß die Kometen hauptsächlich Kohlenwasserstoffgase führen und daß auf jenen fernen Sternen die und die Stoffe in glühendflüssigem oder glühenddampfförmigem Zustande anzutreffen sind, so wird der Laie etwas ungläubig fragen: „Von wannen kommt euch diese Wissenschaft!?“ Mit dem Fernrohr vermag man solche Dinge nicht zu entdecken, und kein Chemiker ist mit seinen Retorten und Reagenzgläsern da hinaufgepilgert, wie also hat man den Sternen diese internen Geheimnisse entlockt?

*) „Wie man die Entfernung und Größe der Himmelskörper findet.“

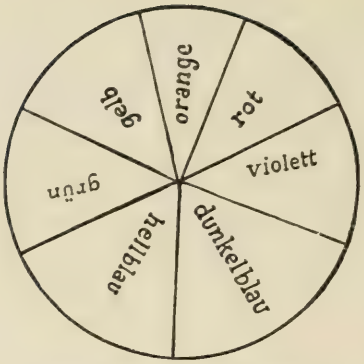


Abb. 71. Farbenscheibe

Der Lichtstrahl, der dem Fernrohr das ihm Entzifferbare zuträgt, hat auch einzig und allein all diese Enthüllungen mit sich geführt, und es bedurfte nur eines besonderen Übersetzers. Jener gläserne Zauberstab, das Prisma, hat alle die uns unmöglich scheinenden Resultate gebracht. Betrachten wir das näher!

„Licht", das wissen wir heute, ist nichts anderes als eine Erscheinung, die nur dann eintritt, wenn die unendlich feinen Teilchen des alle Räume erfüllenden und durchdringenden Weltäthers, den sich der Leser der Anschaulichkeit halber als ein ungeheuer feines Gas vorstellen mag, in bestimmt geartete Schwingungen geraten. Diese Schwingungen sind ungeheuer klein, aber dafür gewaltig schnell, und die ganze Art der Bewegung läßt sich der Bewegung der Wasserteilchen, der Wellen, vergleichen. Genau so, wie sich die Erregung, die wir einer Wasserfläche erteilen, wenn wir einen Stein hineinwerfen, nach allen Richtungen in immer weiter werdenden Wellenkreisen verbreitet, so gehen auch von einer Lichtquelle nach allen Richtungen Lichtwellen aus. Die Länge der Lichtwellen beträgt nur einige hundert Millionstel Millimeter, aber sie folgen so außerordentlich schnell aufeinander, daß in einer einzigen Sekunde mehrere hundert Billionen vom leuchtenden Körper ausgehen, resp. unser Auge treffen. Die verschiedene Farbe des Lichts wird nur durch die verschieden große Anzahl der Lichtschwingungen bedingt. So bringen 400 Billionen Schwingungen in der Sekunde rotes, 560 Billionen Schwingungen grünes, und 750 Billionen Schwingungen violettes Licht hervor. Wie verhält es sich nun aber mit dem farblosen, dem weißen Licht? Der Unbefangene ist offenbar geneigt, anzunehmen, daß das weiße Licht die einfachste Lichtart ist; das ist aber durchaus nicht so, gerade das weiße Licht

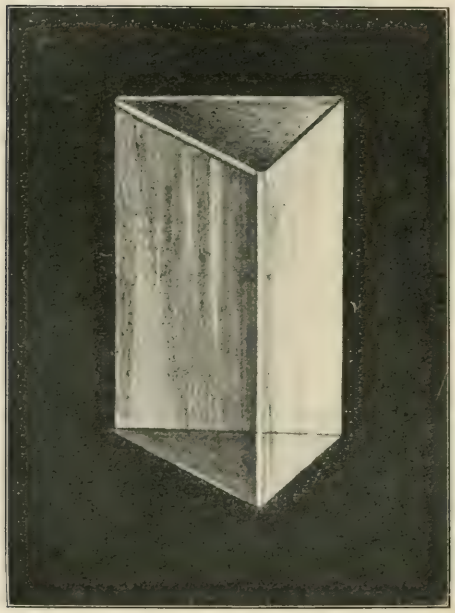


Abb. 72. Glasprisma

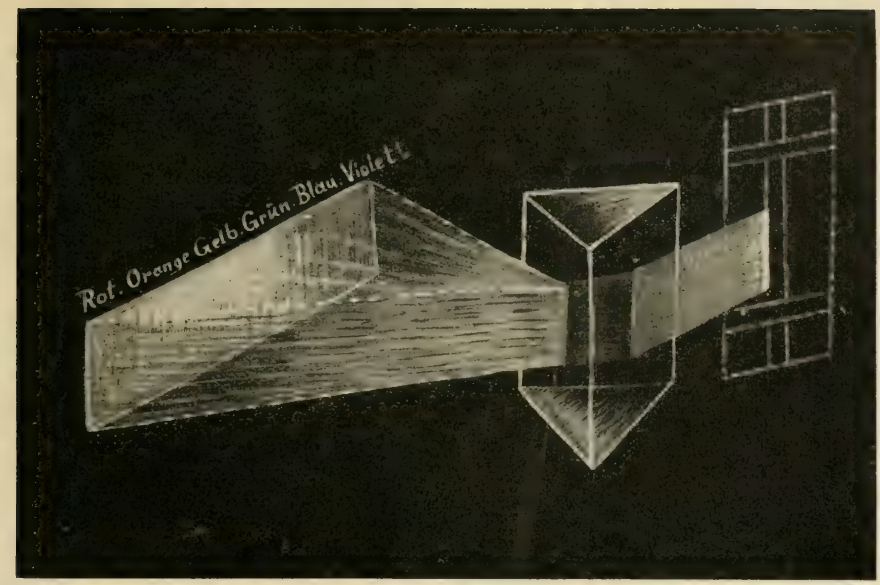


Abb. 73. Entstehung eines Spektrums

Der rechts durch einen Spalt im Fensterladen einfallende Lichtstrahl trifft das Prisma, wird hier vom geraden Wege abgelenkt und zerlegt, und es entsteht so links das bunte Farbenband des Spektrums, wobei l i n k s das rote, r e c h t s das violette Ende des Lichtbandes zu liegen kommt

ist eine komplizierte Erscheinung, die nur dann zustande kommen kann, wenn alle oder mehrere bestimmte Farben zusammenwirken.

Jedermann ist in der Lage, sich durch ein einfaches Experiment von der Wahrheit des Gesagten zu überzeugen. Bemalen wir ein weißes Kreisscheibchen aus Papier in der aus Abb. 71 ersichtlichen Weise mit den Farben rot, orange, gelb, grün, blau und violett und stecken wir durch den Mittelpunkt ein Hölzchen, mit dessen Hilfe wir die Scheibe wie einen Kreisel schnell drehen, so erblicken wir die Farben nicht mehr gesondert und sie fließen zu w e i ß zusammen. Wir erinnern uns, als Kinder mit jenen dreiseitigen Glasstückchen, die an den Kronleuchtern der Salons hängen, gespielt zu haben, wir hielten sie vor die Augen und sahen nun die Welt in bizarren Farbentönen. Jeder Gegenstand spielte in allen Regenbogenfarben, was in Wirklichkeit weiß war, schillerte rot und gelb, grün und blau, wie eine Seifenblase. Tiefer Sinn liegt im kindlichen Spiel! Ein solches Glasprisma (die Wissenschaft verwendet selbstverständlich besonders große und reine Prismen) (Abb. 72) hat die Eigenschaft, die Lichtstrahlen des weißen Lichtes, die durch seinen Körper hindurchgehen, vom geraden Wege abzulenken, zu „brechen", wie der Physiker sagt. Lassen wir einen Strahl weißen Lichtes, etwa einen Sonnenstrahl, auf ein solches Prisma fallen, so entsteht nicht genau gegenüber auf der Wand wieder ein weißer Lichtfleck, sondern

in einiger Entfernung davon ein breites, langausgezogenes Lichtband. (Abb. 73.) Das Merkwürdigste aber ist, daß dieses Lichtband bunt ist, das heißt in richtiger Reihenfolge die Farben: rot, orange, gelb, grün, blau und violett zeigt.

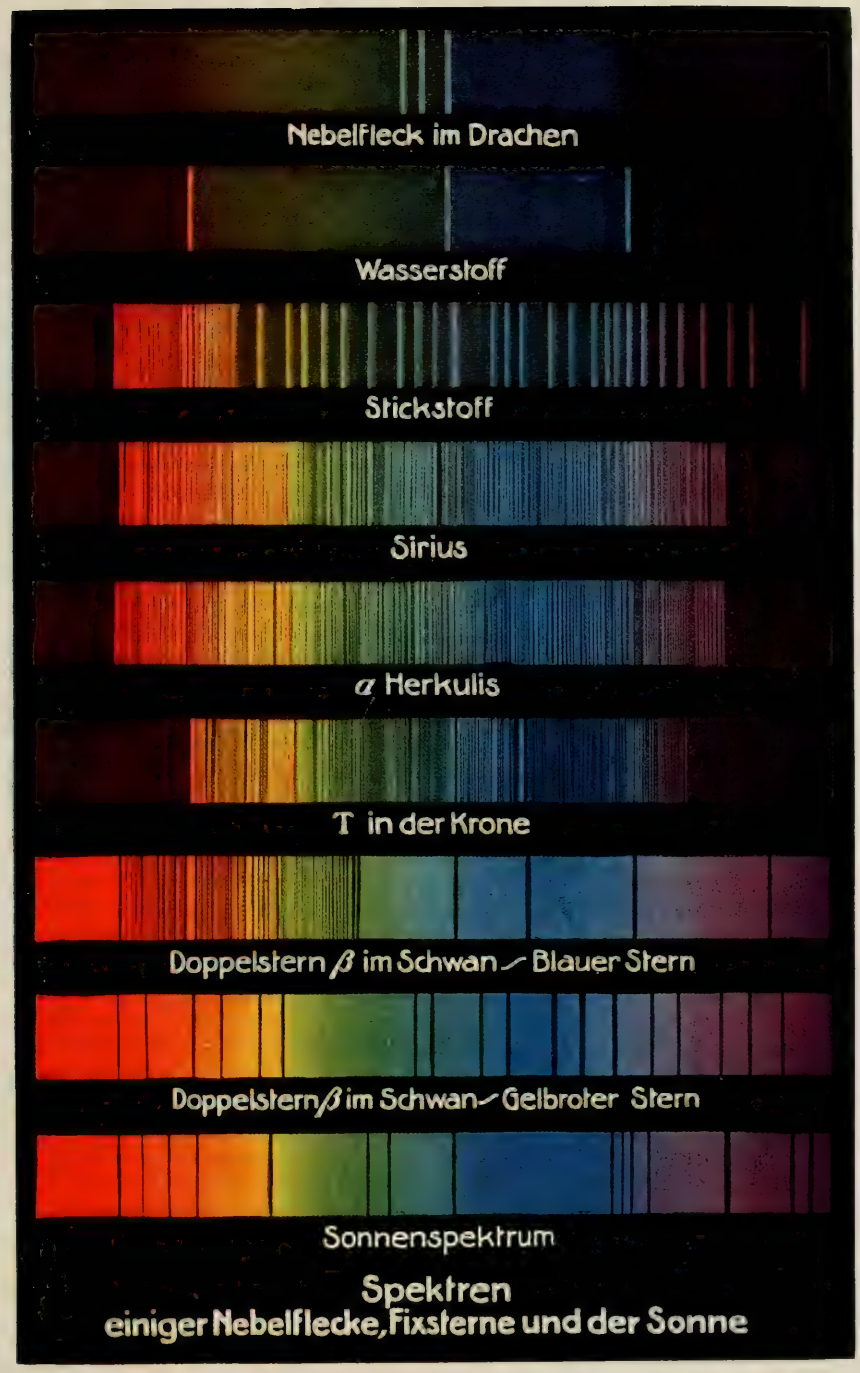
Isaac Newton (Abb. 74), der geniale englische Naturforscher, der als achtzehnjähriger Jüngling schon die Welt durch seine epochemachenden Entdeckungen in Erstaunen setzte, war der erste, der richtige Schlüsse aus diesem einfachen Experiment zog. Er erkannte, daß alle diese Farben in dem weißen Lichtbüschel enthalten waren, daß das weiße Licht aus jenen verschiedenen Lichtarten zusammengesetzt ist. Sammelt man nämlich mit Hilfe eines Brennglases die vom Prisma kommenden bunten Strahlen wieder, so entsteht — weißes Licht; scheidet man aber irgend eine Farbe, etwa das Blau, durch Abdecken aus, so erhält man nicht wieder weißes, sondern rötliches Licht. Dieses Experiment ist von großer Beweiskraft! Wie ein auseinandergenommener Gegenstand nicht wieder eben dieser Gegenstand werden kann, wenn man einen Hauptteil davon nimmt, so kann das weiße Licht nicht entstehen, wenn eine jener Grundfarben ausgeschieden wird.

Abb. 74. Isaac Newton

Aber dieses bunte Lichtband, das den Namen „Spektrum" erhalten hat, barg eine Fülle seltsamer Erscheinungen, die der Wissenschaft viel Arbeit und ungeahnte Resultate eintrugen.

Betrachtet man nämlich das Spektrum des weißen Sonnenlichtes mit einer Lupe, so bemerkt man, daß es von vielen außerordentlich feinen, dunklen Linien durchzogen ist (siehe Abb. 76 und Farbentafel).

In München befindet sich das Grab eines Mannes, von dem der Denkstein meldet: „Er brachte uns die Sterne näher". Der Mann, der hier ruht, heißt Joseph Fraunhofer (siehe Porträt), er wurde 1787 zu Straubing geboren und starb, kaum 40 Jahre alt, 1826 zu München. Dieser Joseph Fraunhofer — einer der größten Optiker aller Zeiten — war der erste, der jene Linien im Sonnenspektrum untersuchte, und ihm dämmerte die erste Ahnung von der gewaltigen wissenschaftlichen Bedeutung dieser unscheinbaren



Spektren
einiger Nebelflecke, Fixsterne und der Sonne

Linien, die nach ihm „Fraunhoferſche Linien" genannt werden; hätte ihn der Tod nicht ſo früh abgerufen, er hätte jene herrlichen Entdeckungen gemacht, die erſt fünfzig Jahre ſpäter dann Bunſen und Kirchhoff gelangen.

Fraunhofer war ein geborener Forſcher! Eines armen Glaſers Sohn, kam er als Schleiferlehrling nach München. Hier wurde er faſt das Opfer eines großen Unglücksfalles: Die Spiegelfabrik, in der er beſchäftigt war, ſtürzte ein und begrub den kaum Fünfzehnjährigen unter ihren Trümmern. Halbtot zog man ihn hervor, und der König ließ ihm achtzehn Dukaten als Freudengeſchenk überreichen. Für dieſe Summe, ſie war ein Vermögen für den jungen Fraunhofer, ſchaffte ſich der ewig wißbegierige, aufſtrebende Jüngling Lehrbücher und Inſtrumente an und arbeitete ſich aus eigener Kraft zu dem größten Optiker der Zeit, zu einem Phyſiker von bleibendem Ruhm empor.

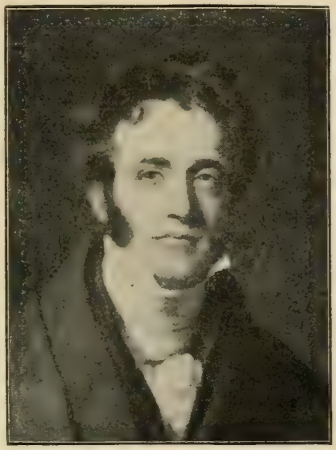


Abb. 75. Joſeph Fraunhofer

Nach Auffindung der Fraunhoferſchen Linien ſtudierte man nun eifrig das Sonnenſpektrum und verglich es vor allen Dingen mit den Spektren anderer Lichtquellen, glühender Gaſe uſw., und fand, daß jeder Stoff eine andere, nur ihm charakteriſtiſche Anordnung der Fraunhoferſchen Linien zeigt. Wir müſſen hier allerdings bemerken, daß man zu dieſen Beobachtungen eigens Apparate konſtruieren mußte und führen hier im Bilde (Abb. 78) einen ſolchen „Spektralapparat" vor. Den Hauptteil des Apparates — das Glasprisma — ſehen wir auf einer Metallſäule ſtehen, drei kleine Fernrohre ſind auf dasſelbe gerichtet. Das Rohr rechts im Vordergrunde trägt vorn eine Vorrichtung, die es ermöglicht, durch einen ſehr engen, verſtellbaren Spalt das Licht der zu unterſuchenden Lichtquelle (hier im Bilde eine Flamme) auf das Prisma zu werfen. Das vom Prisma entworfene Spektrum wird dann mit dem links befindlichen Fernrohr betrachtet. Ganz im Hintergrunde ſehen wir noch ein drittes Rohr; im Innern desſelben iſt ein außerordentlich kleiner Maßſtab aus Glas angebracht, der von außen durch eine Flamme beleuchtet wird und ſo ſeine durch Lupen ſtark vergrößerte

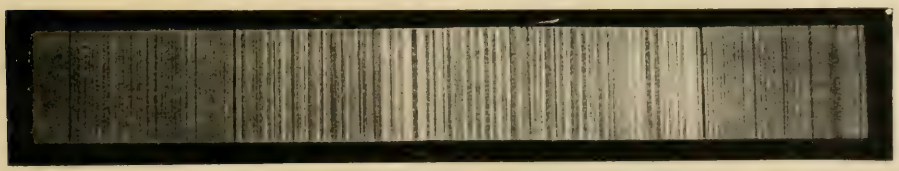


Abb. 76. Fraunhoferſche Linien im Sonnenſpektrum

feine Skala auf das Spektrum wirft, das auf diese Weise eingeteilt und daher übersichtlicher gemacht ist, was sehr notwendig ist, um die vielen tausend Linien, die z. B. das Sonnenspektrum zeigt, von einander unterscheiden und sie numerieren zu können.

Im Spektralapparat zeigt also das Sonnenlicht eine Unmenge dunkler Linien. Wie — so fragte man sich — entstehen diese Linien; daß sie ihre Entstehung ganz bestimmten Gesetzen verdanken, ging daraus hervor, daß sie stets an derselben Stelle des Spektrums auftraten und ihre Lage zu

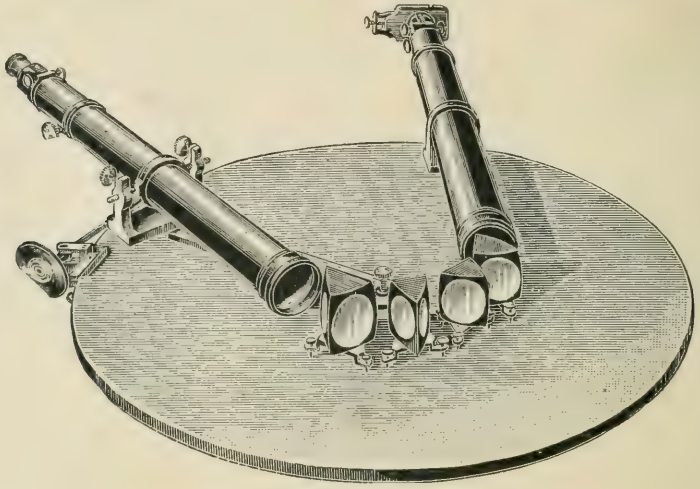


Abb. 77. Spektralapparat mit mehreren Prismen

einander beibehielten. Offenbar war an den Stellen des Spektrums das Licht der Sonne ausgelöscht worden, denn schwarz ist gleichbedeutend mit Finsternis.

Man machte sich nun, wie schon erwähnt, daran, im Laboratorium spektroskopische Untersuchungen mit irdischen Stoffen anzustellen. Erhitzte man z. B. einen Metalldraht zum Glühen und betrachtete sein Licht, so zeigte er nur das gleichmäßige bunte Farbenband ohne Fraunhofersche Linien, es war also evident, daß das Glühen allein nicht die Ursache der Linien war, und daß auf der Sonne (die doch nach allem, was man von ihr wußte, gleichfalls ein glühender Körper ist) noch irgend welche unbekannten Vorgänge stattfinden, die jene dunklen Linien hervorbringen.

Vornehmlich die beiden deutschen Gelehrten Bunsen und Kirchhoff (Abb. 81 u. 83) waren es nun, die die Rätsel des Spektrums ergründeten, die uns durch ihre unermüdlichen Untersuchungen eine wissenschaftlich exakte „Spektralanalyse" — wie man diese Untersuchungsmethode nennt — schufen und so der Wissenschaft ein Hilfsmittel gaben, wie es geistreicher und bedeutsamer seit der Erfindung des Fernrohres wohl kaum genannt werden kann.

Abb. 78. Beobachtung am Spektralapparat

Man machte sich nämlich nun daran, das Spektrum glühender Dämpfe zu studieren, brachte in die farblose, nichtleuchtende Flamme des Bunsenschen Gasbrenners Natrium, Strontium und ähnliche Stoffe zum Verdampfen und machte wieder eine überraschende Entdeckung. Die nun entstehenden Spektra waren nämlich durchaus anderer Natur als die der glühenden festen Körper oder das der Sonne, es zeigten sich nur einige h e l l e verschiedenfarbige Linien auf dunklem Grunde; das ganze Lichtband war also, mit Ausnahme der wenigen hellen Linien, ausgelöscht. (Siehe Farbentafel.)

Wie überaus wichtig dies ist, sieht man auf den ersten Blick ein; man braucht nur das Spektroskop auf eine leuchtende Flamme zu richten, um sagen zu können, welcher Stoff dort glüht, denn jeder Stoff hat ganz bestimmte Linien, die — wie man mit Hilfe der Meßskala feststellen kann — stets an der gleichen Stelle des Lichtbandes auftreten. Natrium — ein Bestandteil des Kochsalzes — zeichnet sich z. B. durch eine einzige helle Linie aus, die im gelben Teil des Spektrums liegt; bringen wir daher auch nur die geringste Spur Kochsalz in eine Flamme, so blitzt sofort im Spektroskop die gelbe Natriumlinie auf. Um einen Begriff zu geben, wie außerordentlich genau und empfindlich diese Untersuchungsmethode ist, sei erwähnt, daß noch der 3 000 000. Teil eines Tausendstel Grammes Natrium deutlich die gelbe Linie erscheinen läßt.

Warum aber sind im Sonnenspektrum die Linien d u n k e l, während die Linien der irdischen Stoffe h e l l sind?

Das war damals die Kardinalfrage. Es war den Forschern nicht entgangen, daß viele jener dunklen Linien im Sonnenspektrum genau an der Stelle sich befinden, die manche helle Linien irdischer Stoffe einnehmen, und man mußte auf Grund dieser Beobachtung vermuten, daß im glühenden Feuerball der Sonne eben jene Stoffe vorhanden sind. Weshalb aber gaben sie dort dunkle Linien?

Endlich gelang es auch das Rätsel zu lösen. Als man nämlich hinter einer Flamme, in der Natrium verdampfte und die daher die bekannte helle gelbe Linie im Spektroskop zeigte, einen noch helleren Kalklichtbrenner so gruppierte, daß sein Licht, um in den Spektralapparat zu gelangen, erst durch die Natriumflamme hindurchscheinen mußte, verschwand plötzlich die helle Natriumlinie, aber genau an ihrer Stelle entstand eine dunkle Linie. Warum? Der Kalklichtbrenner, der als glühender fester Körper ein buntes Lichtband ohne Linien im Spektroskop erzeugt, sendet — da er ein weißleuchtendes Licht gibt — auch gelbe Strahlen aus; diese gelben Strahlen mußten aber mit allen anderen Strahlen erst die gelbleuchtende Natriumflamme passieren, und diese Flamme ließ alle Strahlen ungehindert hindurchgehen, nur die gelben Strahlen — die Strahlenart, die sie selber aussendete — verschluckte sie.

Daraus folgt, daß nun im bunten Farbenband, das das Kalklicht erzeugt, die von der Natriumflamme verschluckten Lichtpartien fehlen müssen, und da der Natriumdampf dieselben Strahlen, die er selber aussendet, verschluckt, so muß an dieser Stelle im Spektrum Licht fehlen, also Dunkelheit herrschen, mit anderen Worten: die gelbe Linie mußte sich in eine schwarze verwandeln.

Es ergeben sich bei der spektroskopischen Beobachtung folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. Ein glühendfester oder glühendflüssiger Körper gibt ein einfaches Spektrum, ein buntes Lichtband ohne Linien.
2. Ein glühendes Gas gibt ein Spektrum, das aus hellen farbigen Linien besteht. Die Farbe, Lage und Zahl der Linien ist von der Natur des Gases abhängig.
3. Zeigt das bunte Band des Spektrums dunkle Linien, so rührt das Licht von einem glühenden Körper her, mußte aber eine Gasschicht durchwandern, ehe es uns erreichte, die kühler ist als der Körper selbst. Die Lage und Zahl der Linien ist von der chemischen Natur des Gases abhängig.

Übrigens läßt das Aussehen der Linien im Spektrum auch einen Schluß auf den Druck zu, unter dem der leuchtende Körper steht. Verwaschene Linien lassen z. B. auf hohen Druck schließen. Spektren der verschiedensten Art bilden wir nebenstehend zur Illustrierung des Gesagten ab.

Zeigt also z. B. ein Spektrum dunkle Linien, so mußten die Lichtstrahlen, die es erzeugen, eine Gasschicht passieren, in der die Stoffe enthalten sind, deren charakteristische dunkle Linien sich in diesem Spektrum zeigen.

Die Nutzanwendung dieser wichtigen Entdeckung drängt sich uns von selbst auf; auch jener ferne Sonnenball muß von einer Gashülle umgeben sein, denn eine Unzahl dunkler Linien verrät im Spektrum ihre Existenz, und mit einem Schlage müssen alte Ansichten über die Konstitution der Sonne

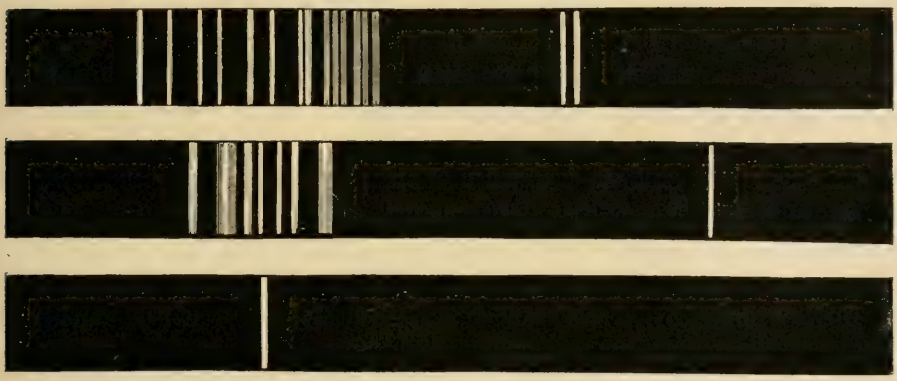


Abb. 79. Spektra glühender Gase (mit hellen Linien)
Oben: Caesium, Mitte: Calcium, unten: Natrium

verschwinden. Wenn man noch vor wenigen Jahrzehnten glauben konnte, die Sonne sei an sich eine dunkle Kugel, die von leuchtenden Gasen umgeben ist, so hat die Spektralanalyse unwiderleglich bewiesen, daß dem nicht so ist, denn ein leuchtendes Gas allein erzeugt helle Linien, und nur dadurch, daß das Licht des im Innern der Gashülle befindlichen Glutballes, der eigentlichen Sonnenkugel, erst die Gasschichten passieren muß, entstehen die dunklen Linien im Sonnenspektrum.

Nicht weniger als 2000 Linien des Sonnenlichtes hat man heutzutage gemessen und bestimmt oder gar mit irdischen Stoffen identifiziert; man weiß mit positiver Sicherheit, daß Eisen, Nickel, Natrium, Wasserstoff, Kalkium, Barium, Magnesium, Chrom, Kupfer und viele andere irdische Stoffe auf unserer Licht- und Wärmespenderin in dampfförmigem Zustand anzutreffen sind, und dieser Umstand läßt wiederum einen Schluß auf die kolossale Temperatur der Sonne zu. Wir sehen, wie eine Erkenntnis sich an die andere knüpft und so Resultate erzielt werden, die man auf den ersten Blick für unmöglich hält. Die Spektralanalyse ist eine Chemie der fernen Sterne! Die für Gold und Silber charakteristischen Linien konnte man bisher im Sonnenspektrum nicht entdecken, es scheint also, als ob Allmutter Natur mit dem schnöden Mammon auch auf anderen Gestirnen recht haushälterisch umgegangen ist — dagegen hat man Stoffe auf der Sonne entdeckt, deren Entdeckung erst daraufhin auf unserer Erde gemacht wurde; ich erinnere

nur an das „Helium", das sich durch eine Linie im gelben Teil des Sonnenspektrums darstellt und vor Jahren von dem Engländer Ramsay bei Stickstoffuntersuchungen auch hier auf unserem Planeten entdeckt wurde.

Aber es ist ja nicht nur die Sonne, deren Bestandteile uns interessieren, auch von anderen Gestirnen, die viel weiter von uns entfernt sind, die in den fernsten Tiefen des Universums schweben, hat der flimmernde Lichtstrahl im Spektroskop erzählt. Das Licht der Sterne ist allerdings so schwach, daß man den Spektralapparat allein nicht für solche Untersuchungen anwenden kann, man hat ihn daher mit dem raumdurchdringenden Fernrohr verbunden und auch eine photographische Kamera beigefügt. Einen solchen „Sternspektrographen" einfacherer Art der Potsdamer Sternwarte zeigt Abbildung 80. Der Spektrograph besteht aus einem Fernrohr, an das man unten, wo man sonst hineinsieht, einen äußerst subtilen und kräftigen Spektralapparat angesetzt hat. Die lichtbrechenden Glasprismen befinden sich in dem sichelförmig gebogenen Kasten, in den das Licht des Sternes durch das lange Rohr von oben hineinfällt; betrachtet wird das Spektrum mit dem kleinen Fernröhrchen, das rechts oben aus dem Prismenkasten herausssieht. Indessen kann man das Spektrum auch photographieren, und zwar befindet sich die photographische Kamera in dem trichterförmigen Ansatz, der links unten an dem Prismenkasten wagerecht befestigt ist.

Mehrere tausend Sterne hat man bereits spektroskopisch untersucht, und sie alle zeigen eine Fülle feiner Linien (siehe in Abb. 82 die Spektra einiger Fixsterne). Erstaunlich und merkwürdig zu denken ist es ja immerhin, daß wir von Sternen, die der schnellste Eilzug erst in Milliarden Jahren erreichen würde, die sich uns im Fernrohr als ein verglimmendes Fünkchen zeigen, ganz genau wissen, daß sie eine glühende Gashülle besitzen, in der diese und jene Stoffe enthalten sind. Ja noch viel mehr, das Spektroskop hat uns sogar das A l t e r der Sterne taxieren gelehrt, wir vermögen anzugeben, ob ein Stern in voller Glut strahlt oder bereits stark abgekühlt ist und dem Erlöschen nahe ist. Sterne, die in weißem, bläulichem Licht leuchten, müssen sich in höchster Glut befinden, während Sterne, die gelb (wie unsere Sonne) oder gar rot leuchten, bereits bedeutend abgekühlt sein werden, eine Annahme, die dadurch wesentlich unterstützt wird, daß die „veränderlichen Sterne", d. h. Sterne, die bald heller, bald dunkler leuchten, zumeist rot sind.

Beim Monde, unserem lieben Nachbar im Weltenraum, hat das Spektroskop die auch aus anderen Gründen vermutete Abwesenheit von Luft und Wasser bestätigt, beim Mars, jenem unserer Erde so ähnlichen Planeten, neuerdings eine an Wasserdampf arme Atmosphäre nachgewiesen, und somit die Bewohnbarkeit dieses Planeten wieder in Zweifel gestellt. Es hat uns über die Natur der einst so rätselhaften Kometen, über die wunderbaren plötzlich auftauchenden neuen Sterne, über die riesenhaften, unermeßlich fernen Gaswolken der „Kosmischen Nebel", kurz über alle Himmelskörper,

von denen noch in den nachfolgenden Kapiteln dieses Buches die Rede sein soll, wichtige Mitteilungen gemacht, die uns ein ganz neues Bild von jener Welt von Welten über uns gegeben haben. Und nicht nur über die physikalische Beschaffenheit der Himmelskörper, über ihre Zusammensetzung, ihr Alter usw. vermag das Spektroskop etwas auszusagen, auch über ihre Bewegung hat es Aufschlüsse gegeben. Auch die Fixsterne, jene viel tausend Sternlein, die wir abends am Firmament funkeln sehen, stehen nicht unbeweglich. Ihre ungeheure Entfernung nur bedingt es, daß wir nichts von ihrer äußerst schnellen Bewegung direkt wahrnehmen, daß sie uns erst nach Jahrhunderten durch unsere Messungen erkennbar wird. Wir sehen dann, daß sich der Abstand der Sterne von einander geändert hat, daß dort einige zusammengerückt, hier einige wiederum von einander abgerückt sind.

Nun gibt es aber auch offenbar Sterne am Himmel, die direkt in gerader Linie auf uns zukommen oder von uns forteilen, wie ein Eisenbahnzug, den wir auf seinem eigenen geraden Schienenweg betrachten. Hier können wir keinerlei Verschiebung zu anderen Sternen wahrnehmen, und es müßte uns

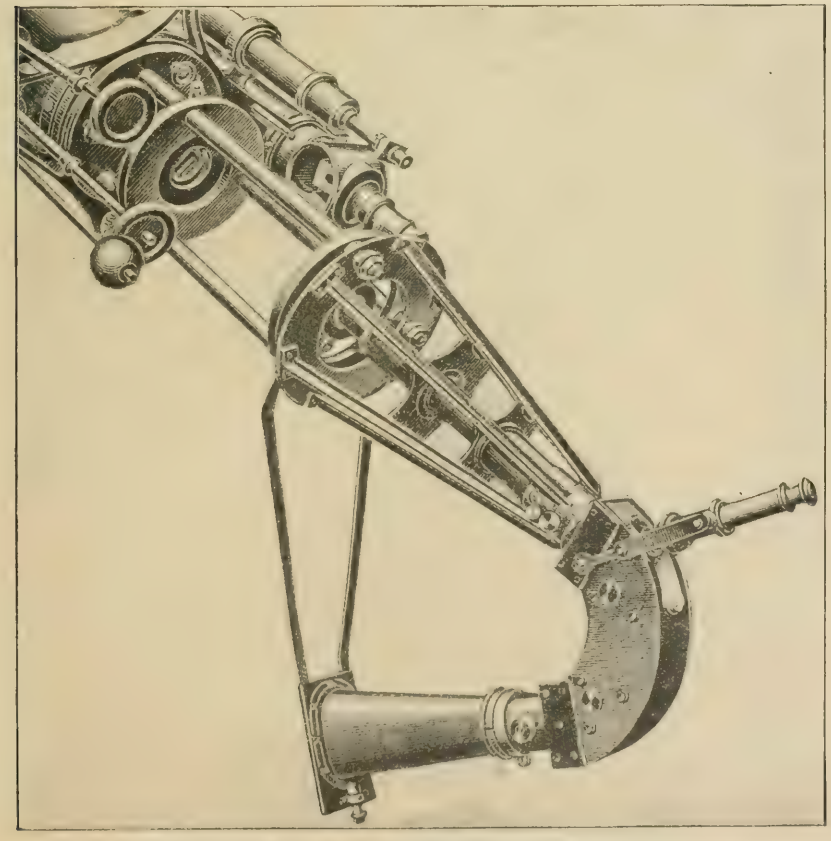


Abb. 80. Spektrograph des Potsdamer Observatoriums

Abb. 81. Robert Wilhelm Bunsen

die Bewegung dieser Sterne, die direkt auf unsere Erde resp. unser Sonnensystem zueilen, ewig verborgen bleiben, denn nach vielen tausend Jahren erst könnte man aus der Helligkeitszunahme oder -abnahme eine solche Bewegung vermuten.

Auch hier hat sich das Spektroskop als Helfer erwiesen. Mit dem Licht der Sterne muß nämlich bei direkter Bewegung auf uns zu oder von uns fort eine besondere Veränderung vor sich gehen. Ein Beispiel soll uns das deutlicher machen. Die Höhe eines Tones ist abhängig von der Anzahl der Schallwellen, die in einer Sekunde unser Ohr treffen. Je mehr Schallwellen uns pro Sekunde erreichen, je höher ist der Ton. Wenn wir an einer Straßenbahnhaltestelle stehen, so wird etwa alle zehn Minuten ein bestimmter Wagen an uns vorüberfahren. Laufen wir aber in der Richtung aus der die Wagen kommen, ihnen entgegen, so dauert es offenbar nicht so lange, bis wir wieder einem Wagen begegnen, und wenn wir in der Fahrtrichtung wandern, so dauert es länger als zehn Minuten bis uns wieder ein Wagen erreicht. So wird auch die Anzahl der Schallwellen, die pro Sekunde unser Ohr trifft, veränderlich sein, wenn sich die Schallquelle schnell bewegt. Eine pfeifende Lokomotive hat einen Ton von bestimmter Höhe, wenn die Lokomotive neben uns auf dem Bahnhof still steht. Kommt sie aber mit großer Geschwindigkeit auf uns zugefahren, so treffen uns jetzt mehr Schallwellen pro Sekunde und der Ton wird daher höher. Fährt eine pfeifende Lokomotive schnell an uns vorüber, so können wir sehr deutlich dieses Umschlagen des Tones in dem Momente, wo sich das Aufunszufahren in ein Vonunsfortfahren umwandelt, wahrnehmen. — Was nun für die

Schallwellen gilt, gilt auch von den Lichtwellen. Auch das Licht ändert sich in bestimmter Weise, wenn sich die Lichtquelle mit großer Geschwindigkeit von uns fort oder auf uns zu bewegt, und es müßte sich daher die Bewegung der Sterne im Weltenraum, so weit sie auf uns zu oder von uns fort gerichtet ist, durch eine entsprechende Färbung ihres Lichtes anzeigen. Der erste, der diese Gedankengänge entwickelte, war 1843 der Physiker Christian Doppler zu Salzburg, der ob dieses genialen Einfalles vielfach heftig angegriffen wurde. Später hat der Franzose Fizeau Dopplers Gedanken

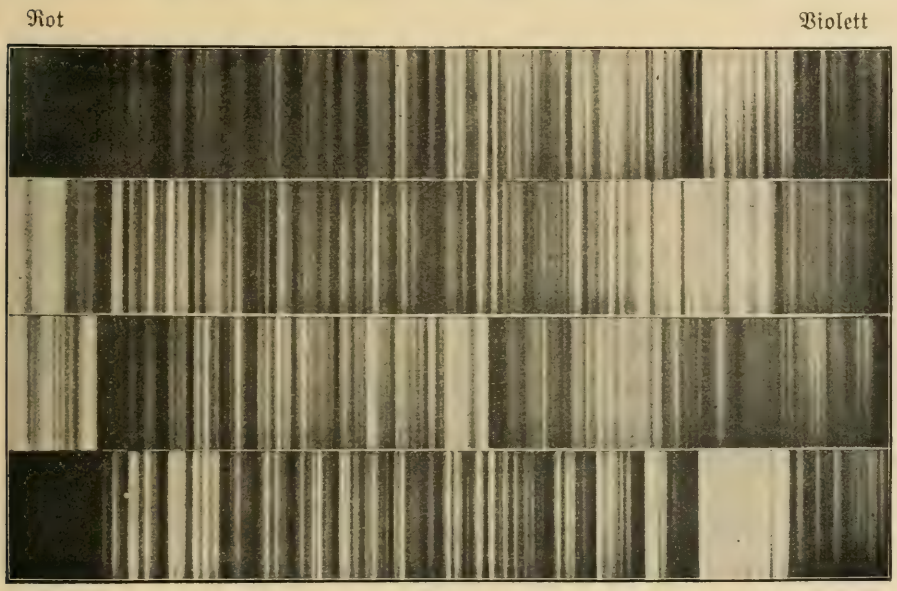


Abb. 82. Spektra verschiedener Fixsterne
Das zweite Spektrum von unten ist das der Sonne

näher ausgearbeitet, und gezeigt, daß sich die Fraunhoferschen Linien im Spektrum eines Sternes, der solche Bewegungen zeigt, verschieben müssen. Heute machen wir in der Tat systematisch auf manchen Sternwarten, beispielsweise auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam, solche spektralanalytischen Untersuchungen über die Bewegung der Sterne in gerader Linie, und an den Linienverschiebungen, die sich im Sternspektrum zeigen, wird die Richtung und Geschwindigkeit dieser Bewegung gemessen. Man vergleicht das Spektrum des Gestirns mit dem Spektrum einer neben dem Apparat befindlichen künstlichen, stillstehenden Lichtquelle, und kann so leicht die Linienverschiebung bei einem wandernden Stern erkennen. (Siehe Bild Seite 76.) Sind die Linien nach dem roten Ende des Spektrums zu verschoben, so bewegt sich das Gestirn von uns fort; sind sie nach dem violetten Ende hin verschoben, so nähert sich uns der betreffende Himmelskörper. Sehr

deutlich spiegelt sich auch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne in solchen Linienverschiebungen wieder, und der gläserne Zauberstab zeigt uns so direkt das Wandern der Erde im Raum. Er hat uns auf diese Weise auch z. B. gezeigt, daß sich uns der Polarstern in jeder Sekunde um 26 Kilometer nähert, während sich der schöne Hauptstern im Sternbilde des Stieres, der rötlich funkelnde Aldebaran, in der gleichen Zeit 49 Kilometer von uns entfernt. Wie unendlich fern müssen uns doch die Sterne stehen, wenn wir von dieser Bewegung auch im Laufe von Jahrhunderten und Jahrtausenden nichts direkt merken!

Wir sehen, daß der gläserne Zauberstab des Prismas dem mit Vierzigtausend-Meilenstiefeln das Weltall durcheilenden Boten aus dem Sternenraum gar mancherlei entlockt hat, von dem sich die Astronomen früherer Jahrhunderte nichts träumen ließen. Was mag uns die Zukunft in dieser Beziehung alles bringen, nachdem die Technik der Spektralanalyse heute eine ungeahnte Höhe erreicht hat. Mit den Riesenmitteln amerikanischer Sternwarten stellt man heute ein Sonnenspektrum von 27 Metern Länge dar, in dem gegen 20 000 Fraunhofersche Linien erkennbar werden! Wieviele Rätsel löste die Entzifferung der Lichtdepeschen aus dem Sternenraum! Wir erkannten, daß all jene funkelnden Lichter da Sonnen sind, aufgebaut wie unsre eigene, und daß sie alle einen Jahrmilliarden währenden Entwicklungsgang durchmachen, aufleuchten und wieder verglühen. Das Weltgesetz des Werdens und Vergehens gilt auch im Sternenraum, und Eintagsfliegen wie Sonnen sind ihm untertan! —

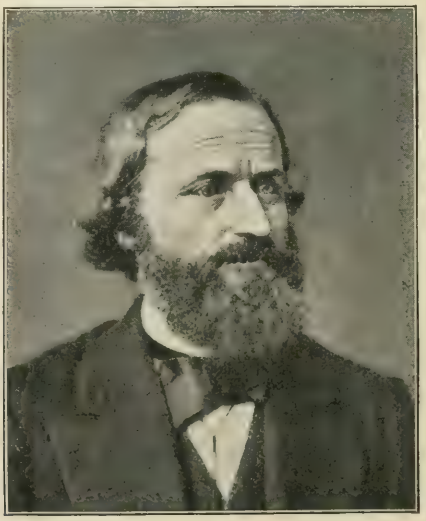


Abb. 83. Gustav Robert Kirchhoff

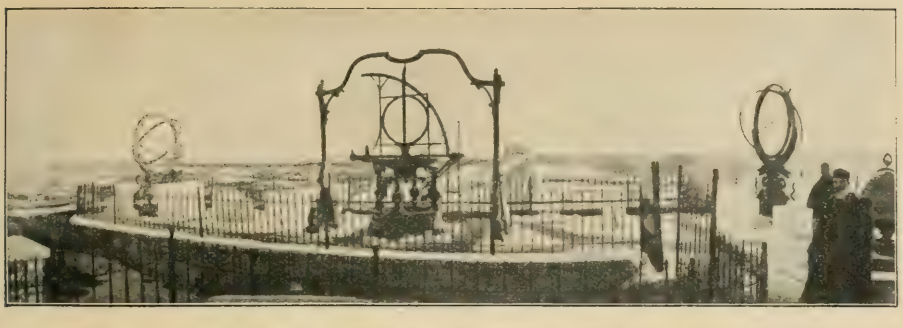


Abb. 84. Die alte Sternwarte zu Peking

„Siehst du den Nordstern jenseits dieser Klippen?
Gut fährt, wer sich auf ihn verläßt!
Nun steigt er leuchtend aus den Wolkenbänken,
Zwei Strich nach West mußt du das Steuer lenken
Und alle Segel beigesetzt."

N. Chr. Olsen.

Was uns die Sterne nützen

Etwas vom „Nutzen". Was wir unserer Kultur schuldig sind. Die Sterne lehren Bescheidenheit und Würde. Vom praktischen Nutzen der Himmelskunde. Genaue Zeit- und Kalenderrechnung sind ohne astronomische Beobachtung nicht möglich. Die Uhr als Kulturmesser. Aus der Geschichte der Uhr. Erfindung der Taschenuhr und ihre Entwicklung. Die Räderuhr. Die Pendeluhr. Sand- und Wasseruhren. Die Sonnenuhren. Der Astronom macht die Zeit. Das amtliche Zeitsignal. Die Schiffahrt und die Uhr. Der Zeitball. Die nautischen Jahrbücher. Wie der Astronom aus den Sternen Wegweiser für den Seemann bildet. Der Sextant. Astronomische Ortsbestimmung. Die Astronomie als Gehilfin des Geschichtsforschers. Die Schlacht am Halys. Die Sonnenfinsternis, die den Herren Hi und Ho Unglück brachte. Oppolzers Kanon der Finsternisse. Die Finsternis am Kreuzigungstage Christi.

Von jeher sind mir die Menschen unsympathisch gewesen, die bei Betrachtung von Dingen und Taten zunächst immer die Frage aufwerfen, welchen Nutzen man aus ihnen ziehen könne. Sie fassen meist den Begriff „Nutzen" so eng, daß man, wenn sie das Wort aussprechen, stets den Klang von harten Talern zu hören glaubt. Wollten wir aber die Dinge von d i e s e m Nützlichkeitsstandpunkte betrachten, so wäre vielleicht gerade das, was der Kulturmensch seine höchsten und bleibenden Güter mit Stolz zu nennen pflegt, von nur geringem Nutzen. Es gibt Dinge, die nicht mit Gold und Silber zu bewerten sind. Wie weit käme wohl Schiller unter einem raffinierten Geschäftsmann zu stehen, wenn man seine Tätigkeit und das Tun dieses Mannes mit dem oberflächlichen Nützlichkeitsmesser gewisser Leute messen wollte! Geistige Dinge lassen sich überhaupt schwer nach ihrem

materiellen Werte einschätzen. Schiller hat für seinen „Tell" damals die lächerliche Summe von 100 Talern erhalten; man hätte ihm ebenso gut ein Schloß am Rhein dafür geben können, denn hier ist nicht der Rechenknecht, sondern die Begeisterungsfähigkeit Taxator! — Man darf auch nicht vergessen, daß Dinge ohne direkten praktischen Wert einen sehr hohen indirekten Wert haben können. Der Mensch, der sich an Schönem und Erhabenem erfreut und erbaut, sich in seinen Feierstunden an ihnen von den Wunden, die das graue Alltagsleben geschlagen, erholt, wird mit frischen Kräften und neuem Mute tätig sein, und so in seiner nützlichen Beschäftigung, ohne es vielleicht zu fühlen, nun größere Erfolge, stärkeren Nutzen erzielen.

Wenn ich mit Leuten, die sich für die Wunderwelt der Sterne interessierten, durch die stillen Räume der Sternwarte schritt und ihnen die fernen Welten im scharfen Glase zeigte und erklärte, so fand ich die meisten erbaut und von der Größe des Universums ergriffen. Es fanden sich freilich auch solche, die der Krämergeist nicht losließ, und die zunächst einmal wissen wollten, was uns denn nun eigentlich die Sterne nützen! Die Sterne nützen uns in der Tat recht viel, oder besser gesagt, worauf es ja hier ankommt, die Beschäftigung mit den Sternen, die astronomische Wissenschaft, hat auch einen praktischen Nutzen, aber es sei gleich bemerkt, daß der ideelle Nutzen meiner Meinung nach ein weitaus höherer ist. Wir haben schon einmal das schöne Wort des großen Menschenkenners Diesterweg: „Die Astronomie ist eine erhabene, weil erhebende Wissenschaft — sie läutert und reinigt — darum sollte sie keinem Menschen vorenthalten werden!" angewendet; es sagt in Kürze und Klarheit das, auf was wir anspielen. Der Mensch, obwohl ein unendlich winziger Parasit auf diesem Sandkorn im Meere der Unendlichkeit, das wir Erde nennen, ist ein Ewigkeits- und ein Wahrheitssucher; er wäre unbefriedigt, wenn er sich von jenen funkelnden Lichtern da droben keine auf Wissen und Forschen begründete Vorstellung machen könnte. Und wäre er in praktischen Dingen noch so weit vorgeschritten, es wäre seiner Kultur unwürdig, wenn er nichts über die Rätsel zu sagen wüßte, die ihm allabendlich das gestirnte Firmament aufgibt. Die Erkenntnis, daß jenes unermeßliche Heer von Sternen dort droben nach ewigen, ehernen Gesetzen sich bewegt, daß diese Gesetzmäßigkeit seinen Bestand garantiert, überträgt der tiefer Denkende unwillkürlich auf menschliches Handeln, menschliche Einrichtungen, aber gleichzeitig muß ihm die Größe des Alls auch jene kleinliche Ueberhebung nehmen, die so vielfach die Quelle privater und sozialer Gegensätze ist, unter denen die Menschheit leidet; wer recht in das Wesen der unendlichen Natur eingedrungen ist, verliert sowohl den Eigendünkel, wie auch die unwürdige Devotion vor anderen Menschen: Die Astronomie lehrt uns Bescheidenheit und Würde. — — —

Aber wie gesagt, die Himmelskunde hat auch einen praktischen Nutzen, und diesen wollen wir nun betrachten. Es ist schon mehrfach in diesem

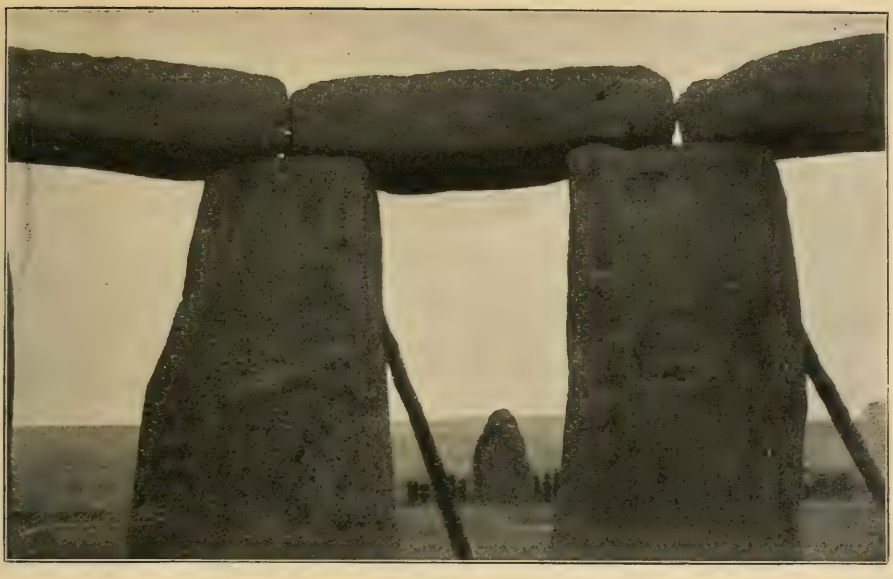


Abb. 85. Das Stonehenge
Teilansicht mit dem Zeigerstein, hinter dem am 21. Juni die Sonne aufgeht

Buche darauf hingewiesen worden, daß die Astronomie anfänglich eine Zeitbestimmungskunde, eine Kalenderwissenschaft war. Man glaubt bei oberflächlicher Betrachtung kaum, wie eng das Wort Kultur mit dem Wort Zeitbestimmung und Zeitmessung zusammenhängt! Dem Urmenschen, der tagsüber seinem höchst einfachen, nur auf die Erhaltung des lieben Ichs gerichteten Tagewerk nachging, und der nachts in seiner Höhle ruhte, war das Auftauchen und das Verschwinden der Sonne am Horizont die einzige, vollkommen genügende Zeitmarke. Aber auch er schon mag auf den veränderten Ort der Sonne zu den verschiedenen Jahreszeiten, auf das Erscheinen anderer Sternbilder zu verschiedenen Zeiten des Jahres geachtet haben, um jene Vorbereitungen rechtzeitig treffen zu können, die selbst für ihn notwendig waren, um für die Regenperiode oder für die kältere Jahreszeit, für den Winter, gerüstet zu sein. Je mehr sich der Geist des Menschen entwickelte, je mehr sich seine Bedürfnisse komplizierten, je höher die Kultur wurde, um so mehr bedeutete ihm der Begriff „Zeit" und um so mehr bekümmerte er sich um den Lauf des Jahres und des Tages. Nahe der Stadt Salisbury in Südengland befindet sich auf dem Felde ein hohes, vor 2500—3000 Jahren errichtetes, aus mächtigen, behauenen Steinblöcken gebildetes Steingehäge, von den Engländern „Stonehenge" genannt. (Abb. 85.) Hier haben wir ein solches uraltes Zeitbestimmungs- und Kalenderwerk, wenn man so sagen kann, vor uns. In zwei Kreisen stehen oder standen hier gegen 150 mächtige Steinblöcke, die nun zum Teil um-

gefallen sind. In der Mitte befindet sich ein Altar, auf dem wohl an manchen Tagen Menschenopfer gebracht wurden. Sieht man über den Altar fort, so bemerkt man in der Ferne eine Steinsäule, über deren Spitze am 21. Juni (Sommersanfang) genau die Sonne aufgeht. Andere Steine gaben offenbar andere Zeitpunkte an und dienten als Sonnenuhren. Die Geschichte der Zeitmessung, die Geschichte der Uhr spiegelt den Lauf der Kultur wieder.

Wo ist sie hin, die gute, die alte Zeit, da der „Schwager" dich auf schattigen Waldwegen dahinfuhr in dem rüttelnden und schüttelnden Rumpelkasten seiner Postkutsche, auf seinem Horn wehmütige Weisen blasend. Verklungen ist die Zeit, da man fünf Minuten brauchte, um mit dem Pinkfeuerzeug sein Pfeifchen Pfälzer, oder die Oellampe in Brand zu setzen, wo Telephon, Telegraph, Eisenbahn, Automobil und all das andere Teufelszeug, das mit Minuten und mit Sekunden rechnet, noch nicht erfunden war. „Es war einmal!" Wir Menschen des zwanzigsten Jahrhunderts, denen selbst die modernen Verkehrsmittel noch zu langsam arbeiten, sind Sekundenjäger geworden. Dieses Rechnen mit Minuten im öffentlichen Leben und Verkehr, zu dem die modernen Verkehrsmittel, die pünktlich abfahrenden und eintreffenden Eisenbahnen und Straßenbahnen, zu dem Telephon und Telegraph ermuntern, ja den diese Errungenschaften der Technik überhaupt erst möglich machen, diese Minutenrechnerei also, die uns schneller leben läßt, mehr Dinge in einer Stunde zu tun gestattet, als man früher in einem halben Tage tun konnte, sie wäre unmöglich, ohne — die genau gehende Uhr.

Seit wann aber hat man denn überhaupt dieses tickende Ding in seiner Tasche, das so bequem den Wechsel der Stunden zu erkennen gestattet? Ein Deutscher hat der Welt die Taschenuhr gegeben; ein einfacher Schlosser zu Nürnberg, Peter Henlein (in der Abkürzung: Hele) mit Namen, konstruierte das erste, plumpe, eiserne Taschenchronometer. (Abb. 98.) Die in Nürnberg 1511 erschienene Schrift „Cosmographia Pomponii Melae" berichtet darüber:

„Man erfindet täglich feinere Dinge! So macht Peter Hele, ein noch junger Mann, Werke, die die Bewunderung der gelehrtesten Mathematiker erregen. Er macht aus kleinen Eisenstücken Uhren mit vielen Rädern, die ohne ein Gewicht, und wie man sie auch trägt, in der Tasche oder im Brustlatz, 40 Stunden anzeigen."

In der berühmten Marfelsschen Uhrensammlung ist noch eine von jenen ältesten Taschenuhren erhalten. (Abb. 87.) Sie ist vollkommen aus Eisen gearbeitet, und alles in dem uralten Werk zeigt, daß die Uhrmacherkunst noch in den Kinderschuhen spazierte. Am originellsten nimmt sich eine Schweinsborste im Innern des Werkes aus, die die Aufgabe hat, den Gang zu regulieren! — Heute besorgt das die kleine pulsierende Spiralfeder, die wir in unseren Taschenuhren bemerken. Die Uhr hat nur einen Zeiger, und

bei jeder Zahl des schön punzierten bronzenen Zifferblattes ist ein kleiner Dorn angebracht, so daß man im Dunkeln durch Tasten die Stellung des Zeigers zwischen den Zahlen ermitteln kann. Übrigens ist die Form dieser ältesten Taschenuhren keine eiförmige, wie man gewöhnlich glaubt, sondern eine trommelförmige. Die sogenannten „Nürnberger Eyerlein" sind schon gegenüber diesen ersten plumpen Dingern, die mehr für die Satteltaschen als für die Tasche im Wams paßten, ein Fortschritt. Eine Taschenuhr war damals noch ein teueres Ding, nur hohe Herren konnten sich eine solche Uhr für den Wams leisten, und es finden sich in alten Briefen umständliche Mitteilungen über Erwerb oder Schenkung von „Nürnberger Oerlein". Noch lange Zeit trugen die Stutzer niedliche Sanduhren in der Tasche. Uhren mit einem Sekundenzeiger treffen wir erst gegen das Jahr 1800 an. Die Mechanik der Uhr war damals noch nicht auf jener Höhe; ihr Gang war noch viel zu ungenau, und die glücklichen Menschen jener Tage brauchten ja auch noch nicht mit den Bruchteilen von Minuten zu rechnen. Ja, bis zum Jahre 1700 hatten die Uhren überhaupt nur e i n e n Zeiger, den Stundenzeiger; der Minutenzeiger fehlte ganz, und man konnte auf seiner Uhr überhaupt nur bis auf etwa 10 Minuten genau die Zeit ablesen. Auf eine Viertelstunde kam's eben damals nicht an. Da fuhr kein Schnellzug um 11 Uhr 55 Min. nach Köln, keine „Elektrische" kam Punkt 3 Uhr 8 Min. am Lutherplatz vorüber; der Schnelligkeitswahnsinn war noch nicht ausgebrochen, und man hatte noch nicht festzustellen, ob X den Kilometer mit seiner Maschine in 0,8 und Y ihn in 1,2 Minuten zurückgelegt hatte, ohne in die Luft zu fliegen.

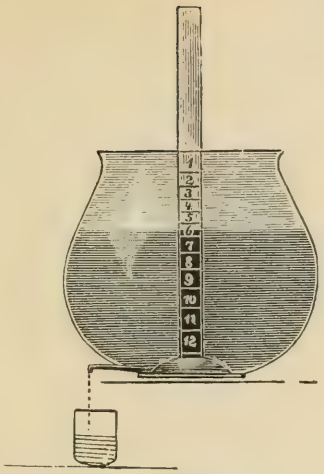


Abb. 86. Wasseruhr

Abb. 87. Trommelförmige Taschenuhr
aus der Zeit kurz nach Erfindung der Taschenuhren
Aus der Sammlung Marfels

Freilich, wer diese Zeitmesser im Sack mit sich herumschleppte, hatte etwas zu tragen; sie waren so recht für den rauhen Kriegsmann, der ja damals alles galt,

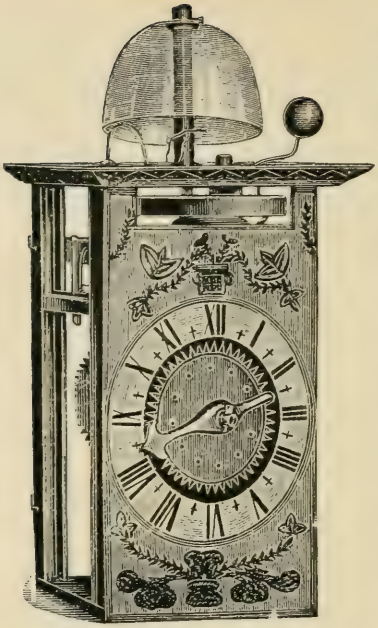


Abb. 88. Alte Hausuhr

zu gebrauchen. Und doch! Welch ein ungeheurer Fortschritt, diese Uhr der Tasche! Bis zu ihrer Erfindung im Jahre 1511 war man fast noch überall in kleineren Gemeinden auf die Sonnenuhr angewiesen (Abb. 89), jenen schrägen Stab in der weiß getünchten Hauswand, von dem die Sonne einen Schatten entwarf, aus dessen Länge oder Richtung man die Stunde ersehen konnte. Allerdings hatte schon 996 der französische Geistliche Gerbert (der nachmalige Papst Sylvester II.) die erste durch Gewichte getriebene Räderuhr konstruiert*), und bald darauf wurde denn auch von einigen ganz reichen Gemeinden an der Kirche oder am Rathause eine Turmuhr angebracht, aber das war ein Luxus, den sich eben damals nur wenige große Städte gestatten konnten.

Als die ältesten öffentlichen Uhren dieser Art müssen wir die um 1314 auf der Brücke zu Caen in Frankreich errichtete, die 1340 im Kloster zu Cluny, und die vier Jahre später in Padua vollendete, berühmte Uhr des Jacques de Dondi ansehen. Bei alten Räderuhren treffen wir statt des Pendels als Gangregulator die sogenannte „Waag" an, einen horizontal schwingenden Wagebalken, der eine Spindel dreht, die dann in das Räderwerk eingreift. Von jener präzisen Schwingung, wie wir sie heut beim Pendel kennen, war bei der „Waag" nichts zu spüren. Ein großer Fortschritt in der Entwicklung der Uhr war die Verbindung des Räderwerkes mit dem Pendel. Schon Galilei hatte 1639 vorgeschlagen, die gleichmäßigen Schwingungen des Pendels als Zeitmesser zu benutzen und es durch ein Uhrwerk in Bewegung zu halten. Der niederländische Physiker Huygens (Porträt) konstruierte dann 1657 die erste Pendeluhr. Freilich für das Volk waren diese Uhren noch nicht, es bedurfte ihrer auch gar nicht. Glückliche Zeit! Jenen Vorfahren schlug allerdings in des Wortes engster Bedeutung — noch keine Stunde! Sanduhren oder Wasseruhren dienten vor Erfindung der Pendeluhr Gelehrten und fürstlichen Herren als Zeitmesser. (Abb. 86.) Bei beiden Arten von Instrumenten handelte es sich um größere, gläserne Gefäße, die mit feinem trockenen Sande oder mit Wasser gefüllt waren, welche Stoffe durch eine feine Öffnung in ein kleineres, eingeteiltes

*) Nach Untersuchungen von F. M. Feldhaus ist es zweifelhaft, ob Gerbert der Erfinder der Räderuhr ist.

Gefäß abflossen. Da nun in einer bestimmten Zeit annähernd immer gleich viel Sand und Wasser abflossen, so konnte man in den geeichten Gefäßen bis auf etwa ¼ Stunde genau die Zeit ablesen. Kleinere Instrumente dieser Art — wir finden sie ja noch heute in der Küche als „Eier-Kochuhr" — dienten zur Messung kleiner Zeitabschnitte.

Gute Wasser- und Sanduhren waren außerordentlich teuer, und für das „gemeine Volk" war und blieb einstweilen die Sonnenuhr, die sich jeder leidlich geschickte Hausvater selbst anfertigen konnte, der dominierende Zeitmesser. Waren doch die Kulturvölker des Altertums ganz auf dieses einfache Chronometer angewiesen; im alten Rom existierten sogar Beamte, die das Amt hatten, alle Stunde die an der Sonnenuhr, an großen Schattensäulen (Abb. 90), abgelesene Zeit in den Straßen auszurufen. Ganz weit zurück begnügten sich die Leute einfach damit, mit bloßem Ungefähr, aus dem Stande der Sonne oder aus der Länge der Schatten der Bäume und Häuser die Stunde festzustellen; ja der Schatten der eigenen lieben Person wurde zum Uhrzeiger, was aus folgender Stelle — die sich bei Plinius findet — hervorgeht: „Ich bitte dich, mein Haus zu beehren, wenn dein Schatten sechs Fuß lang sein wird." Das war denn freilich die einfachste und billigste bewegliche Uhr der Welt, die immer ging, wenn man selber ging und wenn — — die Sonne schien! Was würden wir Minuten- und Sekundenmenschen, wir Schnellzugsreisende und teilweise mit Schnelligkeitswahn Behaftete mit solchen Zeitmessern anfangen! —

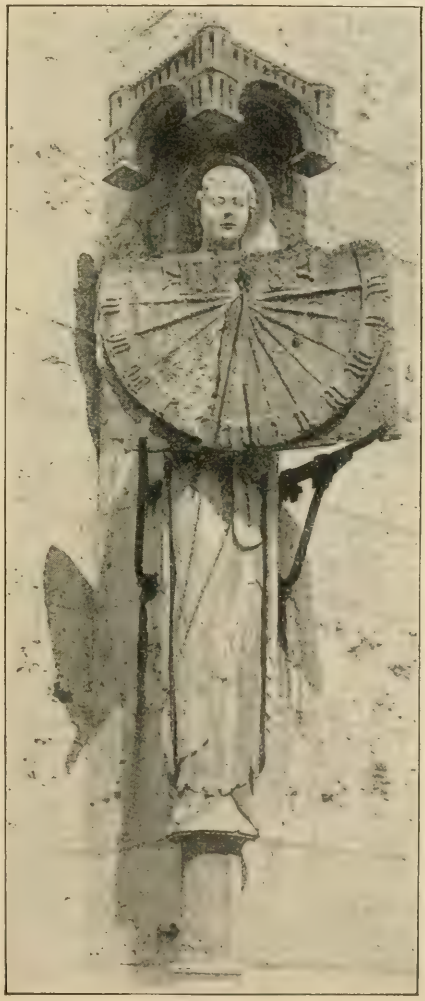


Abb. 89. Sonnen-Uhr
an der Kathedrale zu Chartres

Die wenigsten Menschen nur denken daran, daß es der Astronom ist, der die Zeit „macht", ja sie sogar den Leuten draußen im Reich zusendet. Wir alle stellen unsere Uhr nach der Hauptuhr des Astronomen in dem stillen Beobachtungsraum der Sternwarte, denn all die öffentlichen Uhren, nach denen wir unsere Zeitmesser

richten, die Kirchenuhren, Bahnuhren, Postuhren, Säulenuhren, werden direkt oder indirekt nach der Uhr der Sternwarte gestellt. Ein großer Teil unserer Normaluhren steht ja durch elektrische Leitung mit der Uhr der Sternwarte in Verbindung. Das hin- und herschwingende Pendel beeinflußt auf elektromagnetischem Wege die Schwingungen der Pendel jener Straßenuhren, zwingt sie sozusagen, mit seinen eigenen Schwingungen gleichen Schritt zu halten. Sämtliche Eisenbahnstationen Deutschlands erhalten morgens um acht Uhr auf elektromagnetischem Wege die genaue „amtliche" Zeit von Berlin aus gratis und franko zugesandt. Zu diesem Zwecke ist die Zeitdienst-Uhr der Sternwarte zu Berlin (Abb. 91) mit einer sehr genau gehenden Sekundenpendeluhr auf dem Schlesischen Bahnhof in Berlin verbunden, so daß die letztere genau gleichen Gang mit der Uhr des Astronomen hat. Einige Minuten vor acht Uhr morgens sind sämtliche Bahnstationen Deutschlands mit dieser Uhr telegraphisch verbunden; die Telegraphenapparate erwarten das Zeitsignal von Berlin. 50 Sekunden vor 8 Uhr schaltet die Uhr auf dem Schlesischen Bahnhof einen elektrischen Strom ein, der alle Telegraphenapparate draußen im Reich im gleichen Moment durchfließt, so daß sie alle in Bewegung kommen und auf ihren abrollenden Papierstreifen einen langen Strich notieren. Punkt 8 Uhr 0 Minuten 0 Sekunden unterbricht die Uhr in Berlin den Stromkreis wieder, und der Schreibstift der Telegraphenapparate fällt in die Ruhestellung zurück. Diesen Augenblick überwachen die Stationsbeamten mit der Uhr in der Hand ganz genau, um alle Stationsuhren entsprechend regulieren zu können.

Abb. 90. Schattensäule im alten Rom

Welch eine heillose Verwirrung, ja wie viel Unglücksfälle im Bahnbetrieb würde es geben, wenn man nicht auf all den tausend Stationen des gewaltigen Verkehrsnetzes die gleiche Zeit hätte!

Aber auch in die schier endlose Wasserwüste des Ozeans hinaus sendet der Astronom seine genaue Zeit, ja ohne diese wäre das Schiff in größter Gefahr! Auf jedem Schiff befinden sich mehrere außerordentlich genau gehende Uhren von eigenartiger Form und Montierung, die sie unabhängig machen von den Schwankungen des Schiffes. Diese „See-Chrono-

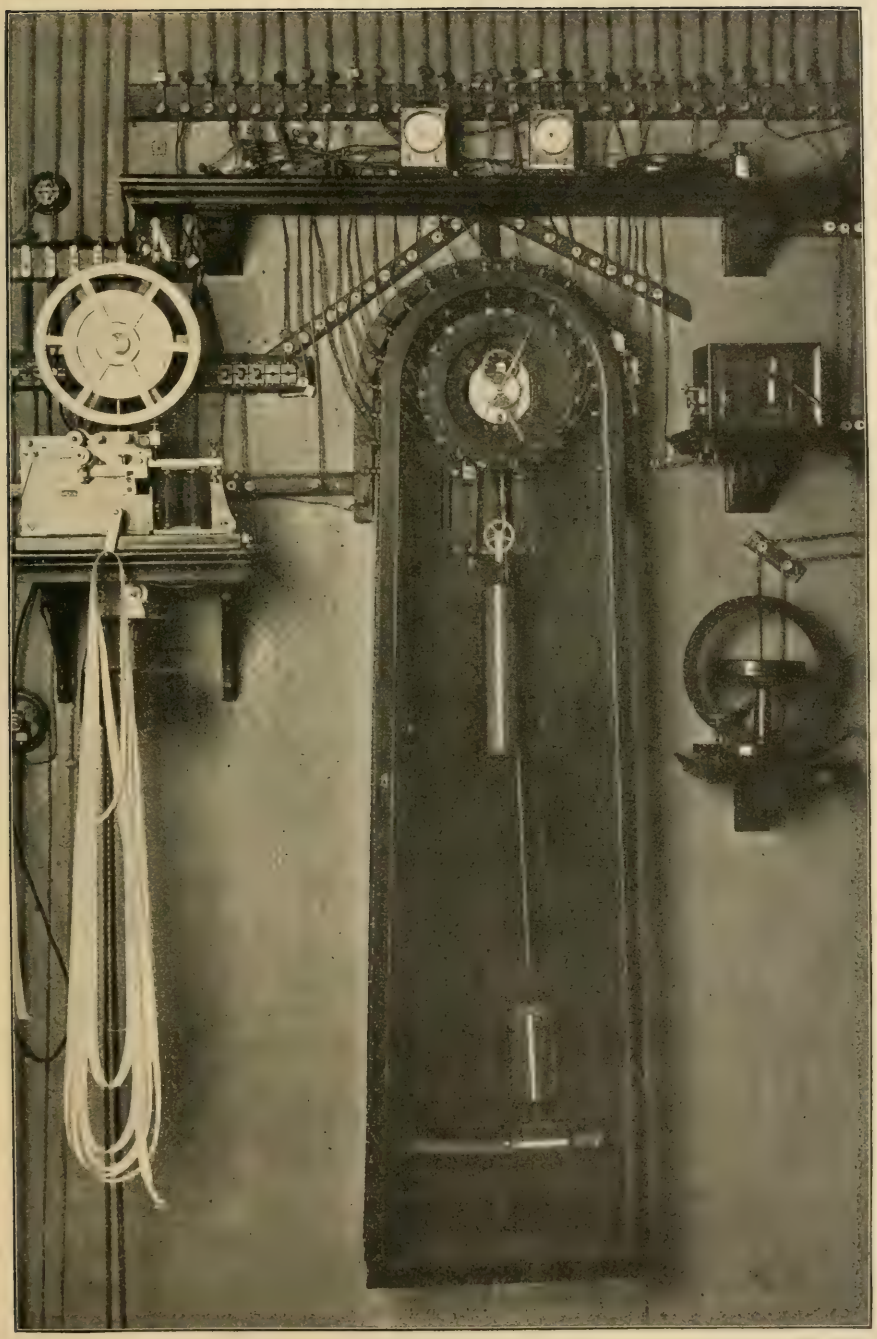


Abb. 91. Elektrische Zeitübermittlungs-Anlage der Berliner Sternwarte

meter" sind wahre Meisterwerke der modernen Uhrmacherkunst (Abb. 92). Manche von ihnen weichen während eines halben Monats, nachdem sie zweimal den Ozean durchquert haben, etwa von Hamburg nach New York und wieder zurück, bei Vergleichung mit der Uhr des Astronomen nur um 5 Sekunden von der bei der Abfahrt von der Heimat notierten Zeit ab. In den verschiedenen Häfen aller Länder hat der Seemann immer Gelegenheit,

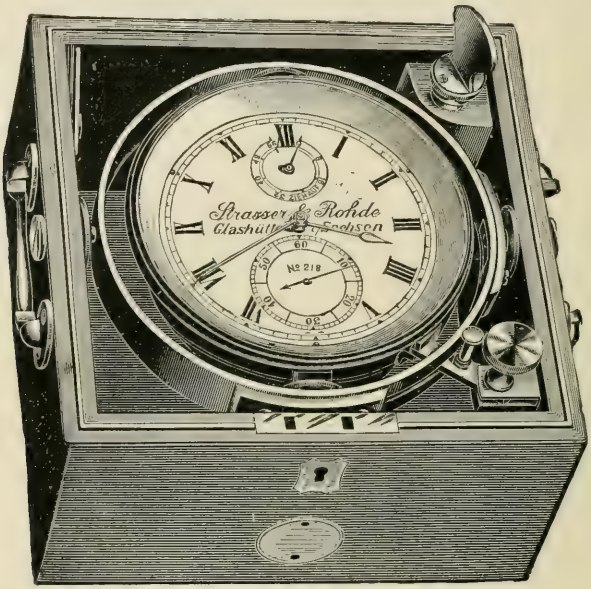


Abb. 92. Schiffschronometer

seine Uhr zu prüfen, ihre Mißweisung festzustellen. In all diesen Häfen wird gewöhnlich mittags ein Zeitsignal vom Hafenamt aus gegeben, das weithin sichtbar ist, und auf das die mit dem Instandhalten der Uhren betrauten Offiziere sorgfältig achten. Zumeist wird ein Kanonenschuß gelöst oder aber ein großer an einer Leine auf dem Turm des Hafenamtes befestigter Ball, der „Zeitball", wird in einem bestimmten Augenblick, etwa 12 Uhr 0 Minuten 0 Sekunden mittags fallen gelassen. Dieser Zeitball (Abb. 93) wird auf elektromagnetischem Wege von der Sternwarte aus zu Fall gebracht. Der Zeitball zu Wilhelmshaven wird z. B. direkt auf elektromagnetischem Wege von der Berliner Sternwarte aus betätigt. Sobald der Zeiger der Uhr auf der Sternwarte auf 12 Uhr 0 Minuten 0 Sekunden springt, schließt er einen elektrischen Strom, der den Haltemechanismus des Balles auf dem Zeitturm auslöst und den Ball zum Fallen bringt. Durch Vergleichen seiner Uhren mit dem so gegebenen Mittagssignal kann der Seemann leicht deren Gangfehler feststellen. Wie wichtig das aber ist, werden wir gleich näher

betrachten. Schon jetzt sehen wir, daß der Zeitdienst der ganzen Welt in den Händen des Astronomen liegt; und dieser Dienst allein genügt schon, um den praktischen Wert der Tätigkeit des Astronomen zu dokumentieren. An jener seit undenkbaren Zeiten immer gleichgehenden, nicht um eine Hundertstel Sekunde abweichenden Uhr, deren Werk die sich drehende Erde und deren Zifferblatt das mit Sternen besetzte Firmament ist, liest der Sternkundige seinerseits die wahre Zeit ab, indem er mit Meridianinstrument, Pendeluhr und Chronographen den Stand der Gestirne beobachtet resp. registriert, wie das im Kapitel „Ein Besuch auf der Sternwarte" schon erwähnt wurde. Auch das Prüfen des Ganges der Schiffsuhren und Chronometer für Forschungsreisende usw. bei verschiedener Temperatur übernimmt der Astronom, und die solchen kostbaren Uhren mitgegebenen Gangtabellen geben den Leuten, die sie draußen in den fernen Ländern und Meeren benutzen, sich auf sie verlassen müssen, Mittel an die Hand, bis auf Bruchteile von Sekunden ihre Zeitmesser kontrollieren zu können.

Abb. 93. Zeitball zu Wilhelmshaven

Das Schiff, das nach tagelangem Sturm inmitten der ungeheuren Wasserwüste weitab vom Wege getrieben wurde, die Expedition,

die in Urwäldern, in den endlosen Eis- und Schneeflächen der Pole oder in noch unbekannten Gegenden der Erde fern von aller Kultur ihren Forschungen nachgeht, der Astronom gibt ihnen Mittel und Wege, um sich wieder zurechtzufinden. Setzt man jemanden, der mit den Beobachtungs- und Rechnungsmethoden vertraut ist, auf irgend einen abgelegenen Punkt des Erdballes aus, so wird er, selbst wenn er keine Ahnung hat, wo er sich befindet, in kurzer Zeit seinen Ort auf der Erde nach geographischer Länge und Breite bis auf den Kilometer genau ermitteln können, wenn man ihm das astronomische resp. „Nautische Jahrbuch", einen Chronometer und einen „Sextanten" gelassen hat. In den astronomischen oder nautischen Jahrbüchern, die alle Schiffe mit sich führen, hat der Astronom auf viele Monate voraus die genauen Orte der Sonne, des Mondes und der Planeten für jeden Tag, ja für die Stunde berechnet und angegeben. Der Abstand des Mondes von den verschiedensten Sternen, denen er bei seiner monatlichen Wanderung um die Erde am Himmel nahe kommt, ist ebenfalls mit großer Genauigkeit für alle paar Stunden auf Monate voraus vermerkt und noch manches andere.

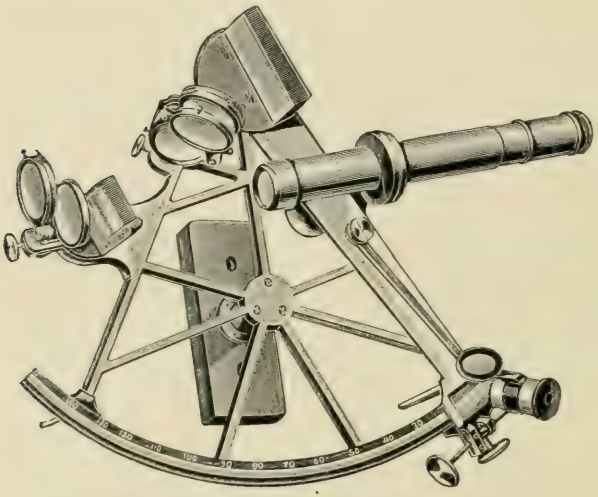


Abb. 94. Spiegel-Sextant
von J. Wahnschaff-Berlin

Für den Schiffer, der wochenlang weiter nichts als Wasser und Himmel sieht, sind die Sterne die Kilometersteine und Wegweiser, und jenes Jahrbuch ist sein getreuer Himmels-Bädeker. Um nun den Abstand zweier Sterne oder den Abstand eines Sternes vom Monde messen zu können, um die Höhe der Sonne über dem Horizont und alle anderen Winkelmessungen ausführen zu können, gebraucht er ein kleines Instrument, den sogenannten Sextanten*). (Abb. 94.) Durch ein an diesem Instrument befindliches kleines Fernrohrchen schaut er etwa nach dem Monde und verstellt nun einen Schieber, der einen Spiegel trägt, solange, bis dieser Spiegel das Bild des Sternes, dessen Abstand vom Monde gemessen werden soll, ins Fernrohr hineinwirft, so daß Mondbild und Sternbild sich bedecken. Wenn

*) Das Instrument führt den Namen „Sextant", weil sein Meßbogen den 6. Teil eines Kreises umfaßt.

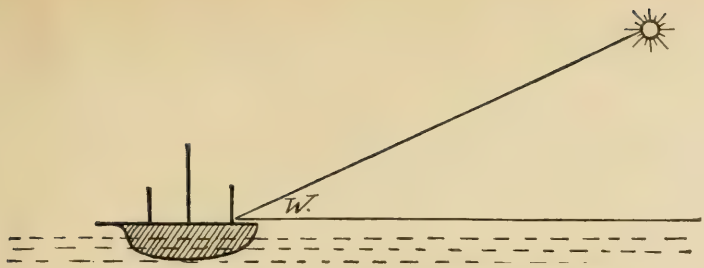


Abb. 95. Messung der Sonnenhöhe an Bord
Der Winkel W gibt die Höhe der Sonne über dem Horizont

diese Einstellung richtig erfolgt ist, zeigt ein an dem Schieber mit dem Spiegel angebrachter Zeiger auf der Einteilung am Rande des Sextanten den zwischen Mond und Stern liegenden Winkelabstand genau an.

Nehmen wir nun einmal an, ein Schiff ist verschlagen worden. Der Kapitän kennt seinen Ort nicht mehr und folglich auch die Richtung nicht mehr, nach der er fahren muß, um seinen Bestimmungshafen zu erreichen. Wie kann er sich jetzt mit den Mitteln, die er dem Astronomen verdankt, zurecht finden? Um die Sache nicht zu komplizieren, sei sie möglichst einfach vorgetragen; daß mitunter auch schwierige Methoden nötig werden, kann sich der Einsichtsvolle leicht vorstellen.

Abb. 96. Messung der Mittagshöhe der Sonne durch die Schiffsoffiziere
Phot. Gebr. Haeckel-Berlin

Die außerordentlich praktische Einteilung der Erdkugel durch ein Netz von Längen- und Breitengraden macht es uns möglich, über die Lage eines Erdortes sofort orientiert zu sein, wenn uns gesagt wird, unter welcher *geographischen Länge und Breite* der betreffende Ort liegt. Lesen wir, daß ein Schiff in 36 Grad 20 Minuten nördlicher Breite und 133 Grad 20 Minuten östlicher Länge gescheitert sei, so finden wir mit Hilfe einer guten Erdkarte sofort, daß das nahe der japanischen Küste, bei der Insel Oki Schima, stattfand. Sobald also ein Schiff seinen Ort nach geographischer Länge und Breite bestimmt hat und seinen Kurs nun genau wieder aufnehmen kann, ist es den Gefahren entronnen, die ihm in einer ihm unbekannten Gegend durch Untiefen usw. drohen, da der Seemann selbstverständlich nur dort sein Fahrzeug gefahrlos führen kann, wo er die Gefahren und Besonderheiten des Weges aus seinen Karten und Anweisungen ersehen kann. Sobald es die Umstände, vor allem die Bewölkung zulassen, wird also der Kapitän darangehen, durch Beobachtung der Gestirne eine *Ortsbestimmung* vorzunehmen. Zunächst bestimmt er die geographische Breite. Nehmen wir an, es sei Nacht und sternenklar. Es ist bekannt, daß der Polarstern am Nordpol des Himmels steht. Der Nordpol des Himmels erhebt sich aber um so höher über den Horizont, mit anderen Worten der Polarstern steht um so höher, je weiter ein Erdort vom Äquator entfernt ist. Für jemand, der sich am Nordpol der Erde befindet, steht der Polarstern gerade im Zenit, also über seinem Haupte; für jemand, der sich am Äquator der Erde befindet, steht er gerade in der Horizontlinie. Immer steht der Himmelspol so viel Grade über dem Horizont, als sich der Erdort Grade vom Äquator der Erde entfernt befindet. Mit anderen Worten: *die Höhe des Himmelspoles ist gleich der geographischen Breite.* In Berlin steht der Nordpol des Himmels, bei dem sich der Polarstern befindet, 52½ Grad hoch; Berlin ist auch 52½ Grad vom Erdäquator entfernt, und seine geographische Breite beträgt eben 52½ Grad. Man mißt also die Höhe des Polarsternes über dem Horizont mit Hilfe des Sextanten und erhält so die geographische Breite des Schiffsortes*). Ist es Tag, so kann die *Sonne* zur Bestimmung der Breite dienen. In dem Augenblick, wo die Sonne ihre größte Höhe über dem Horizont innehat, also um 12 Uhr mittags im Süden steht, wird mit dem Sextanten ihr Abstand von der Wasserlinie gemessen, also der Winkel W in Abb. 95 bestimmt. Zu der so gefundenen Höhe wird nach den Angaben des astronomischen Jahrbuches der Abstand der Sonne vom Himmelsäquator für diesen Tag in Rechnung gesetzt, und aus beiden Werten wird mit Hilfe eines höchst einfachen kleinen Rechenexempels die geographische Breite bestimmt. Angenommen, der Kapitän habe sie zu 51 Grad 10 Minuten nördlich gefunden.

*) Da der Polarstern nicht ganz genau am Himmelspol, sondern drei Vollmondsbreiten davon entfernt steht, muß die Messung in Wirklichkeit etwas anders ausgeführt werden.

Ein Teil der Aufgabe wäre gelöst, und es kommt nun darauf an, die geographische Länge (den Abstand des Meridians, unter dem man sich befindet, vom Meridian von Greenwich, der als „Nullmeridian" der Ausgangspunkt unserer Längenbestimmungen ist) anzugeben. Sind die Uhren des Schiffes, die oben schon beschriebenen Chronometer, noch in Ordnung, und meist wird das der Fall sein, so ist bei klarem Wetter auch dieser Wert bald gefunden. Die Navigations-Offiziere messen mit ihren Sextanten, wenn die Sonne um die Mittagszeit ihrem höchsten Punkte nahe gekommen ist, die Höhe derselben über den Horizont unablässig, bis sie eben ihren höchsten Punkt erreicht hat. (Abb. 96.) In diesem Augenblick ist es offenbar an dem Ort, den das Schiff gerade einnimmt, genau 12 Uhr mittags. In diesem Augenblick wird der nach Greenwicher Zeit gehende Chronometer abgelesen. Angenommen, er zeige 3 Uhr 11 Minuten nachmittags, so beweist das, daß zwischen dem Schiffsort und Greenwich ein Zeitunterschied von 3 Stunden 11 Minuten herrscht, und zwar daß es in Greenwich *später* ist als am Orte des Schiffes, dieses daher *westlich* von Greenwich sich befindet, wo die Sonne später aufgeht. Aus diesem Zeitunterschied läßt sich nun leicht die geographische Länge feststellen. In 24 Stunden dreht sich die Erde einmal um ihre Achse, in dieser Zeit also überschreitet die Sonne alle 360 Meridiane der Erde, alle Orte rings um den Erdball herum haben in dieser Zeit einmal Mittag, sie braucht also, um von einem Meridian zum anderen zu kommen, den 360 sten Teil von 24 Stunden, nämlich 4 Minuten, und Orte, die einen Zeitunterschied von 4 Minuten haben, sind 1 Grad voneinander entfernt. Da nun zwischen dem Schiffsort und Greenwich ein Zeitunterschied von 3 Stunden 11 Minuten besteht, also $47\frac{3}{4} \times 4$ Minuten, so muß das Schiff $47\frac{3}{4}$ Meridiane von Greenwich nach Westen entfernt liegen, sich also in 47 Grad 45 Minuten westlicher Länge von Greenwich befinden. Der Schiffsort ist so zu:

51 Grad 10 Minuten nördlicher Breite
47 Grad 45 Minuten westlicher Länge

gefunden; die Karte zeigt, daß es sich im nördlichen Atlantischen Ozean, eine halbe Tagereise östlich von New-Foundland befindet, und wenn es nach Halifax will, Süd-Südwest halten muß.

Sind durch irgend welche Ereignisse die Uhren unbrauchbar geworden, so kann der Seemann mit Hilfe des astronomischen Jahrbuches die genaue *Zeit* ebenfalls durch Beobachtung der Gestirne *finden*, denn der Eintritt aller möglicher astronomischer Ereignisse, die der Seemann mit einem kleinen Fernrohr beobachten kann, und deren Zeitpunkt bis auf die Sekunde genau angegeben ist (Sternbedeckungen durch den Mond, Abstand des Mondes von hellen Sternen zu verschiedenen Stunden des Tages, Verfinsterungen der Monde des Planeten Jupiter, die sich alle paar Stunden ereignen usw.), ist durch die Rechenbureaus der Sternwarten vorausberechnet worden, um dem

Seemann draußen im weiten Weltmeer aus den Sternen Wegweiser zu schaffen. Er beobachtet irgend eines dieser Ereignisse, etwa die Verfinsterung eines Jupitermondes, und im Moment, wo es stattfindet, weiß er, daß es jetzt in Greenwich so und so spät ist. Und nicht nur in Zeiten der Gefahr sind die Sterne ihm Wegweiser, täglich um die Mittagszeit wird die Zeit, wird der Ort des Schiffes auf astronomischem Wege bestimmt, da alle anderen Mittel nur ungenaue Resultate geben, auf die man sich in den Zeiten des modernen Verkehrs nicht verlassen kann. Der Reisende, der sich den schwimmenden Palästen anvertraut, verdankt einen nicht geringen Teil seiner Sicherheit dem Observator, der im Meridianzimmer der Sternwarte die Durchgangszeiten der Gestirne mißt, dem Rechner, der am grünen Tisch des astronomischen Bureaus all die Tabellen zusammenstellt, die im „Nautischen Jahrbuch" Seite um Seite füllen. — Neuerdings ist in der Zugänglichmachung genauer astronomisch bestimmter Zeit noch dadurch eine ganz wesentliche Verbesserung eingetreten, daß die genaue Zeit von den großen Stationen für drahtlose Telegraphie weit über Länder und Meere, bis zu den fernsten Fernen gesandt wird, so daß alle Schiffe, alle Expeditionen, befinden sie sich nun im Herzen Afrikas oder am Pol der Erde, diese für jede Stunde vorgesehenen Zeitsignale abhören können. Da die elektrischen Wellen 300 000 Kilometer in der Sekunde durcheilen, hört das Schiff das Signal von Norddeich oder vom Eifelturm im gleichen Augenblick, in dem es dort gegeben wird.

Daß zuweilen auch die astronomische Wissenschaft dem Geschichtsforscher wichtige Winke geben kann, dürfte auf den ersten Blick manchen sonderbar klingen; und doch ist dem so. Wie schon mehrfach auf den vorhergehenden Seiten erwähnt wurde, sind seit den ältesten Zeiten auffällige astronomische Ereignisse aufgezeichnet worden, und sie finden sich in uralten Chroniken erwähnt, zumeist im Zusammenhang mit irgend einem anderen wichtigen Ereignis religiöser oder politischer Natur. Es kann in unklaren oder strittigen Fällen für den Geschichtsforscher von Wichtigkeit sein, die genaue Zeit dieses historischen Momentes zu wissen, und da der Astronom in der Lage ist, astronomische Geschehnisse auch nach rückwärts rechnerisch zu verfolgen, oft bis auf die Stunde den Eintritt eines Phänomens, das sich vor Jahrtausenden abspielte, zurückzuberechnen, so kann auf diese Weise der Geschichtsforscher vom Sternkundigen das ihm erwünschte Datum und also Förderung seines Wissens erhalten. Einige Beispiele sollen das deutlicher machen. Zwischen den Lydern und Medern fand nach der Überlieferung im 7. Jahrhundert vor Christo am Halys eine Schlacht statt, während welcher sich die Sonne verfinsterte. Es ließ sich astronomisch feststellen, daß für die Zeit und den Ort nur die totale Sonnenfinsternis vom 30. September 610 v. Chr. in Frage kommen kann, daß also die berühmte Schlacht an diesem Tage geschlagen worden ist. Sehr wichtige Aufschlüsse über alle möglichen kulturhistorischen Dinge gibt dem Geschichtsforscher die uralte chinesische

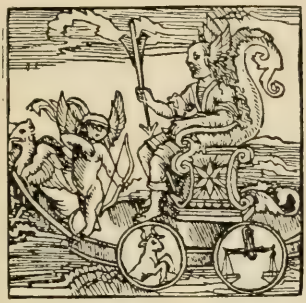
Abb. 97. Chinesische Armilsphäre (altes astronom. Meßinstrument) zu Peking

Chronik „Schu-king". Alle Zeitangaben in diesem Werk beziehen sich aber nur auf die Zahl der Regierungsjahre des jeweiligen Herrschers; sie sagen z. B. „im 8. Regierungsjahre des Kaisers Fu-hi" fand das und das statt. Für uns ist es von Wichtigkeit, diese Zeitangabe in das uns geläufige Zeitmaß zu übertragen. Nun ist im „Schu-king" erwähnt, daß im 5. Regierungsjahre des Kaisers Tschung-khang eine bedeutende Sonnenfinsternis stattfand, die von den Hofastronomen nicht vorausgesagt worden war, so daß die öffentliche Ankündigung unterblieb und das Volk in Angst und Schrecken versetzt wurde. Der Kaiser ließ die beiden vergeßlichen Astronomen (Hi und Ho waren ihre Namen!) hinrichten. Nach den Untersuchungen des hervorragenden österreichischen Astronomen Th. v. Oppolzer, der von sechs anderen Rechnern unterstützt, ein Werk geschaffen hat, den berühmten „Kanon der Finsternisse", in dem alle Sonnen- und Mondfinsternisse vom Jahre 1207 v. Chr. bis zum Jahre 2163 n. Chr. berechnet sind, und das speziell für geschichtliche Zwecke bestimmt ist, — nach den Untersuchungen Oppolzers also, fand jene den Herren Hi und Ho so verhängnisvolle Finsternis am

22. Oktober 2137 v. Chr. morgens statt. Demnach ist also das fünfte Regierungsjahr des Kaisers Tschung-khang das Jahr 2137 unserer Zeitrechnung und der Herrscher kam 2142 v. Chr. zur Regierung. Dieser „Kanon der Finsternisse" zeigt auch, daß am Todestage Christi nicht, wie die Bibel erwähnt, eine S o n n e n finsternis, sondern eine M o n d finsternis sich ereignete, was wahrscheinlich durch die Bibelübersetzer irrtümlich übertragen wurde. Abgesehen von diesem Irrtum, der sehr wahrscheinlich auf das Konto der Übersetzer zu bringen ist, stimmt der Termin, den die heilige Schrift gibt, genau, und der Verkünder des Heils wurde also in den Abendstunden des 3. April im Jahre 33 gekreuzigt.

So geben uns die astronomischen Untersuchungen einen Ariadnefaden, der uns zurückführt in das graue Labyrinth längst verklungener Zeiten, und wir leuchten mit der hellen Fackel der Forschung auf kurze Momente in Ereignisse, die uns so fern und ungreifbar scheinen wie die Sterne.

Abb. 98. Peter Henlein (Peter Hele)
Der Erfinder der Taschenuhr
Denkmal des Deutschen Uhrmacher-Bundes zu Nürnberg



(Wallenstein und der Astrolog Seni im astrologischen Turm des Schlosses zu Pilsen bei der Beobachtung der Sterne.)

Wallenstein. Laß es jetzt gut sein, Seni! Komm herab!
Der Tag bricht an, und Mars regiert die Stunde.
Es ist nicht gut mehr operieren. Komm!
Wir wissen g'nug.

Seni. Nur noch die Venus laß mich
Betrachten, Hoheit! Eben geht sie auf.
Wie eine Sonne glänzt sie in dem Osten.

Wallenstein. Ja, sie ist jetzt in ihrer Erdennäh'
Und wirkt herab mit allen ihren Stärken.
(Die Figur auf der Tafel betrachtend.)
Glückseliger Aspekt! So stellt sich endlich
Die große Drei verhängnisvoll zusammen,
Und beide Segenssterne, Jupiter
Und Venus, nehmen den verderblichen,
Den tück'schen Mars in ihre Mitte, zwingen
Den alten Schadenstifter, mir zu dienen.
Denn lange war er feindlich mir gesinnt
Und schoß mit senkrecht — oder schräger Strahlung,
Bald im Gevierten, bald im Doppelschein,
Die roten Blitze meinen Sternen zu
Und störte ihre segenvollen Kräfte.
Jetzt haben sie den alten Feind besiegt
Und bringen ihn am Himmel mir gefangen.

Seni. Und beide große Lumina von keinem
Malefico beleidigt! Der Saturn
Unschädlich, machtlos, in cadente domo.

Wallenstein. Saturnus' Reich ist aus, der die geheime
Geburt der Dinge in dem Erdenschoß
Und in den Tiefen des Gemüts beherrscht,
Und über allem, was das Licht scheut, waltet.
Nicht Zeit ist's mehr, zu brüten und zu sinnen,
Denn Jupiter, der glänzende, regiert
Und zieht das dunkel zubereitete Werk
Gewaltig in das Reich des Lichts — Jetzt muß
Gehandelt werden, schleunig, eh die Glücks-
Gestalt mir wieder wegflieht überm Haupt;
Denn stets in Wandlung ist der Himmelsbogen.

— — — — — — — — — — — — — — — —

Die himmlischen Gestirne machen nicht
Bloß Tag und Nacht, Frühling und Sommer —
Nicht dem Sämann bloß bezeichnen sie die Zeiten
Der Aussaat und der Ernte. Auch des Menschen Tun
Ist eine Aussaat von Verhängnissen,
Gestreuet in der Zukunft dunkles Land,
Den Schicksalsmächten hoffend übergeben.
Da tut es not, die Saatzeit zu erkunden,
Die rechte Sternenstunde auszulesen,
Des Himmels Häuser forschend zu durchspüren,
Ob nicht der Feind des Wachsens und Gedeihens
In seinen Ecken schadend sich verberge.

Schiller, Wallensteins Tod

Vom Aberglauben der Sterndeuterei

Astrologisches aus Schillers Wallenstein. Die Quelle alles Aberglaubens. Ursprung der Astrologie. Vom Horoskop-Stellen. Glücks- und Unglückssterne. Von berühmten Astrologen. Wallensteins Horoskop. Schaden der Astrologie. Der Berliner „Weltuntergang" vom Jahre 1524. Maßnahmen aufgeklärter Fürsten gegen die Astrologen. Nutzen der Astrologie. Wiederaufleben der Astrologie in der Gegenwart. Sterndeuterei im XX. Jahrhundert. Die Astrologie in den Großstädten. Nur Sonne und Mond haben Einfluß auf die Erde. Die Berufung der modernen Astrologen auf Kepler, und was dieser von der Astrologie hielt.

Tief eingewurzelt in der menschlichen Natur ist doch des Aberglaubens seltsames Unkraut. Immer und immer wieder sieht der kleine, im Grunde doch über den Lauf der Dinge, über sein eigenes Geschick so wenig ver-

mögende Mensch, daß er ein Spielball ist in der Hand eines Großen, Unvorstellbaren, Unbekannten, das sich nicht berechnen läßt, nicht als ein Faktor in die an sich schon schwierige Lebensformel einstellen läßt. Der „Zufall" kann morgen mit einer fast lächerlich erscheinenden und doch grausam wahren, grausam schweren, plump in die feinsten und sorgsamsten Überlegungen des Menschen eingreifenden Kleinigkeit, das Lebensglück, das Lebenswerk, ja das Leben selbst zerstören, ohne daß wir auch nur mit einem Gedanken dagegen ankönnen. Es ist das alte Lied vom Blitz aus heiterem Himmel! Und dennoch ist alles in der Welt logisch zu begründen, geschieht alles nach einander bedingenden, aufeinander folgenden Gesetzmäßigkeiten der Natur, und es gibt, streng genommen, keinen „Zufall". Aber wenn es schon dem mit allen Gesetzen der Logik und Erkenntnistheorie, mit allen Gesetzen der Natur und mit philosophischer Denkungsart Vertrauten zumeist schwer wird, diese tausendfältig des Menschen Leben und Wirken beeinflussenden und bestimmenden Kräfte und Geschehnisse auch nur in ihren Hauptpunkten zu erkennen, wie viel schwerer muß es dem einfachen Mann, mußte es den weniger durchgebildeten Völkern vergangener Jahrhunderte gelingen, diese Beziehungen richtig zu erfassen! Hier liegt die Quelle des Aberglaubens! Geheime Gewalten, Kräfte, gute und böse Dämonen, scheinen aus mehr oder weniger klaren Gründen in des Menschen Geschick einzugreifen; es gilt, sie zu gewinnen, zu versöhnen, den geheimnisvollen Kräften nachzuspüren. Hier liegt auch die Quelle zum uralten Aberglauben der „Astrologie", der Sterndeuterei. Fern allem Irdischen, unerreichbar und ewig entrückt dem Menschen, thronen droben die Gestirne, hehr, gewaltig und majestätisch. Der Kulturmensch so wenig wie der Naturmensch vermag sich ihrem eigenartigen Zauber zu entziehen, ja er noch weniger, denn enger ist er mit der Natur in Berührung, und oft ist auf Jagd- und Beutezügen der gestirnte Himmel wochenlang der Baldachin seines Schlafgemaches. Der Gedanke lag dem grübelnden Geiste nicht so fern, daß diese scheinbar unvergänglichen, ewigen, dem Menschen allein unzugänglichen Gestirne auf das Irdische, auf Wetter und Ernte, auf des Menschen Tun und Lassen Einfluß hätten; war doch der Einfluß von Sonne und Mond auf die Witterungserscheinungen, auf die Bewegungen des Meeres (Ebbe und Flut) und somit auf mancherlei Unternehmungen deutlich wahrnehmbar. Es ist in des Menschen Natur, in seiner Art, den Ursachen von Erscheinungen und Geschehnissen nachzuspüren, begründet, daß er wichtige, sein Gemüt stark erregende Ereignisse, die zeitlich zusammenfallen, miteinander in Verbindung bringt, eins mit dem anderen, eins durch das andere erklären will. Tritt irgendwo plötzlich strenge Kälte ein und findet gleichzeitig wo anders ein starkes Erdbeben statt, so pflegt das Volk beide Dinge als abhängig voneinander zu betrachten. Wenn früher ein großer Komet am Himmel auftauchte und gleichzeitig die Pest oder ein Krieg wütete, meinte man, der Komet hätte das Unglück hervorgerufen, und

an anderer Stelle soll gezeigt werden, daß man die harmlosen Schweifsterne für die seltsamsten Dinge und Geschehnisse verantwortlich machen wollte. — Es ist ganz offenbar, daß sich der Aberglauben der Astrologie aus solchen hier geschilderten, dem Menschen naheliegenden Betrachtungen entwickelt hat. Eine besonders auffällige Stellung heller Sterne, der großen Planeten

Abb. 99. Der Astrolog
Radierung von Rembrandt

zueinander oder zum Monde, wurde gewiß wie eine Kometenerscheinung im guten oder bösen Sinne gedeutet, und besonders wird bei lebhaften, mit starker Phantasie begabten Völkern die Lehre von Glücks- und Unglückssternen schnell Wurzel gefaßt haben. So finden wir denn schon seit den ältesten Zeiten bei den Völkern des Morgenlandes die Sterndeutekunst in hoher Blüte.

Die Astronomie war ja überhaupt in den ältesten Zeiten nichts weiter als eine Chronologie, eine Kalenderwissenschaft; die Beobachtung der Sterne geschah ausschließlich zu dem Zwecke der Zeitbestimmung, der Zeiteinteilung

und Festberechnung. Die leichte und arge Schwester der Astronomie, die Astrologie, war damals von beiden entschieden die bedeutendere. Die ältesten Astrologen, von denen wir wissen, waren die Chaldäer und von dort ging die Sterndeutekunst auf die Ägypter und Babylonier über. Sie nahm ihren Siegeszug durch Griechenland und das alte Römerreich, und im späten Mittelalter beherrschte sie auch das übrige Europa. Die Araber, die Perser und Chinesen, galten vielfach als Meister der Kunst, aus den Sternen das Schicksal von Menschen und Unternehmungen zu lesen, wie ja noch bis vor wenigen Jahren am Hofe in Peking kaiserliche Astrologen angestellt waren. An den alten, südeuropäischen Universitäten waren noch bis ins 17. Jahrhundert hinein Lehrstühle für Astrologie errichtet, und die Fürsten hörten weit eher auf den Rat der Sterndeuter, als auf den der gelahrten Herren der kompetenteren Wissensgebiete.

Die Stellung der Gestirne zur Zeit der Geburt eines Menschen war nach der Ansicht der Sterndeuter maßgebend für das ganze Leben desselben. Keine wichtige Handlung, keine Hochzeit, keine große Reise, kein Prozeß wurde in manchen Kreisen angesetzt, ohne vorher den Astrologen um Rat zu fragen, wie des Himmels Gesicht dazu stände. Ja, die Leute meinten sogar, die Sterne kümmerten sich darum, wann es am ratsamsten sei, zu purgieren, zu schröpfen, einen Zahn zu ziehen usw. In diesem oder jenem Sternbild oder Himmelszeichen stehend, sollten die Planeten oder der Mond besonderen Einfluß auf dieses oder jenes Organ des Körpers haben. In alten Kalendern finden wir noch das „Aderlaß-Männlein" (Abb. 101), das illustrativ das eben Gesagte zum Ausdruck bringt. — Die Fürsten und Feldherren, wenigstens viele von ihnen, unterließen es niemals, den Astrologen um den Stand der Sterne zu ihrem Unternehmen zu befragen; keine Schlacht wurde begonnen, keine wichtige Amtshandlung begangen, ohne das „Horoskop" zu stellen. Besonders geschah dies aber, wenn in einem vornehmen oder hohen Hause ein Kind geboren wurde. Die „Nativität" eines Menschen, d. h. sein ganzes Lebensschicksal, wurde durch die Stellung des „Horoskops" (soviel wie Stundensucher) ermittelt. Es wurde vor allen Dingen der Punkt der Ekliptik, also der Bahn, die die Sonne im Laufe eines Jahres am Himmel beschreibt, aufgesucht, der im Momente der Geburt eben am Horizont aufging. Von diesem Punkte aus teilte man dann auf besondere Weise den Himmel in zwölf Abschnitte, sogenannte „Häuser", ein. Da gab es ein Haus des Lebens, des Glücks, der Verwandtschaft, der Gesundheit, der Ehe, der Religion, des Todes, der Ehren und Würden, der Freundschaft und Feindschaft und so fort! Die Stellung dieser Häuser des Himmels zueinander wurde nun aufgezeichnet als Horoskopfigur (Abb. 102), und in die Figur wurde dann die Stellung der Planeten, des Mondes und der Sonne in den verschiedenen Häusern eingetragen, damit man die „Aspekten", den Stand der Gestirne zueinander, besser übersehen konnte. Jedes der

genannten Gestirne hatte eine bestimmte Wirkung, war Glück oder Unglück verheißend, aber es kam außerdem noch darauf an, in welchem Hause es sich gerade befand, und wie stark ihm ein anderes Gestirn entgegen wirkte:

„Nicht Rosen bloß, auch Dornen hat der Himmel,
Was Venus band, die Bringerin des Glücks,
Kann Mars, der Stern des Unglücks, schnell zerreißen."

Mars und Saturn galten im allgemeinen als Unglück bringende Sterne, Jupiter und die Venus als Glücksgestirne, der Mond als unstet und veränderlich machend, und so fort; freilich, die „Divination", die Auslegung des Horoskops war sehr verschieden, und es gab sehr verschiedene astrologische Systeme bei den verschiedenen Völkern und in den verschiedenen Zeitläuften. Im allgemeinen aber blieb den Planeten die Charakteristik, die ihnen schon die ältesten Astrologen gaben und die Schiller in folgenden Sätzen aus dem „Wallenstein" andeutet:

Abb. 100. Astrologen-Schule
Nach einer mittelalterlichen Darstellung

Thekla. Was hab' ich Neues nicht und Unerhörtes
In dieser kurzen Gegenwart gesehn!
Und doch muß alles dies dem Wunder weichen,
Das dieses Schloß geheimnisvoll verwahrt.

Gräfin (lacht). Ach so, der astrologische Turm! Wie hat sich
Dies Heiligtum, das sonst so streng verwahrt wird,
Gleich in den ersten Stunden Euch geöffnet?

Thekla. Ein kleiner, alter Mann mit weißen Haaren
Und freundlichem Gesicht, der seine Gunst
Mir gleich geschenkt, schloß mir die Pforten auf.

Max. Das ist des Herzogs Astrolog, der Seni.

Thekla. Er fragte mich nach vielen Dingen, wann ich
Geboren sei, in welchem Tag und Monat,
Ob eine Tages- oder Nachtgeburt —

Gräfin. Weil er das Horoskop Euch stellen wollte.

Thekla. Es ward mir wunderbar zumut, als ich
Aus vollem Tageslichte schnell hineintrat;
Denn eine düstre Nacht umgab mich plötzlich,
Von seltsamer Beleuchtung schwach erhellt.
In einem Halbkreis standen um mich her
Sechs oder sieben große Königsbilder,
Den Zepter in der Hand, und auf dem Haupt
Trug jedes einen Stern, und alles Licht
Im Turm schien von den Sternen nur zu kommen.
Das wären die Planeten, sagte mir
Mein Führer, sie regierten das Geschick,
Drum seien sie als Könige gebildet.
Der äußerste, ein grämlich finstrer Greis
Mit dem trübgelben Stern, sei der Saturnus;
Der mit dem roten Schein, grad von ihm über,
In kriegerischer Rüstung, sei der Mars,
Und beide bringen wenig Glück den Menschen.
Doch eine schöne Frau stand ihm zur Seite,
Sanft schimmerte der Stern auf ihrem Haupt,
Das sei die Venus, das Gestirn der Freude.
Zur linken Hand erschien Merkur geflügelt;
Ganz in der Mitte glänzte silberhell
Ein heitrer Mann mit einer Königsstirn,
Das sei der Jupiter, des Vaters Stern,
Und Mond und Sonne standen ihm zur Seite.

Einer der größten Astrologen der ältesten Zeit war nach Überlieferungen der Baalspriester Berosus; seine Prophezeiungen sollen fast immer eingetroffen sein; offenbar war er ein kluger, weitschauender Mann, der auch die nötigen hohen Verbindungen hatte, um sich über zukünftige Maßnahmen der Regierenden usw. zu unterrichten, kurz, sich das Material für seine Zukunftsdeutungen zu holen. Berosus wurde so verehrt, daß man ihm eine Bildsäule errichtete, auf der er mit goldener Zunge dargestellt war. Bei den Römern galt Firmanus als ein großer Sterndeuter; er berechnete aus den Gestirnen den Tag der Gründung und den Tag des Unterganges Roms. Bekannt ist, daß der Astrolog Sulla dem Cäsaren Caligula den Tod

vorausſagte. Auf einen Sterndeuter des vierten Jahrhunderts, Firmicus Maternus mit Namen, gehen faſt alle aſtrologiſchen Methoden der ſpäteren Zeit zurück, auch lehrte dieſer die Sterndeutekunſt, und ihm gleich an Größe war der greiſe weiſe Araber Abu-Mazar, der im 9. Jahrhundert

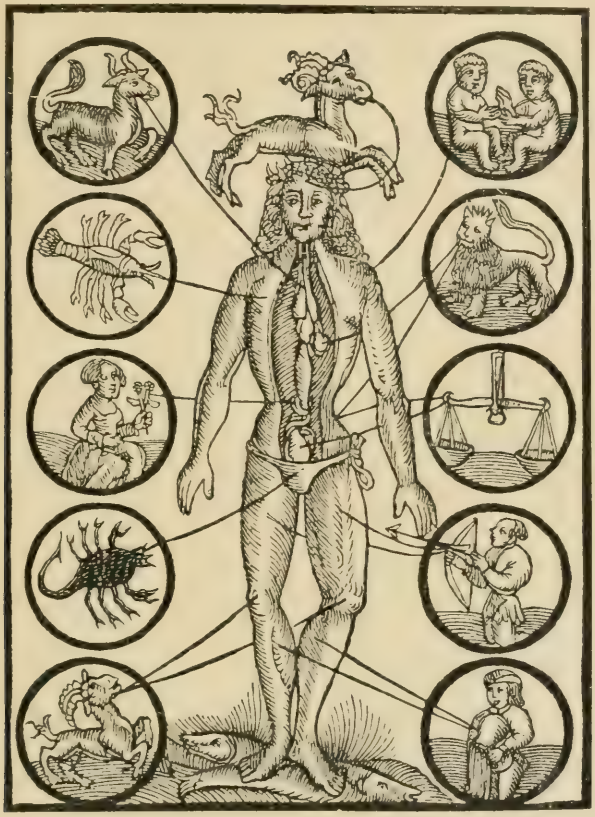


Abb. 101. Das Aderlaßmännlein
Aus einem Kalender des 17. Jahrhunderts

lebte. Allgemein bekannt iſt wohl der Name Noſtradamus, des großen Aſtrologen des 16. Jahrhunderts. (Siehe Porträt.) Er erfreute ſich der Gunſt zweier franzöſiſcher Könige und ſeine in Form kleiner Heftchen erſcheinenden Weisſagungen waren weltberühmt. Obgleich Noſtradamus ſchon 1566 ſtarb, wirkten ſeine Prophezeiungen noch bis ins 18. Jahrhundert hinein, denn noch zu Anfang desſelben verbot ein Erlaß des Papſtes den Ankauf der alten Weisſagungen, weil in ihnen auch der Zuſammenbruch des Papſttums verkündet wurde. — Auch Kepler, der große Aſtronom,

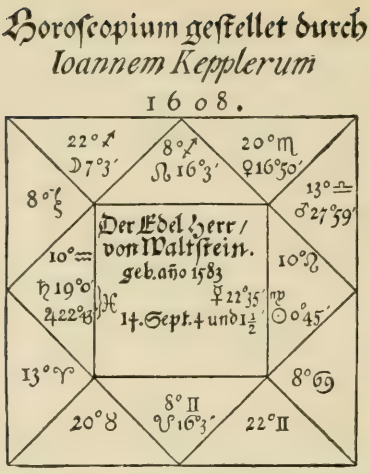


Abb. 102. Wallensteins Horoskop
Angeblich von Kepler gestellt

beschäftigte sich mit der Kunst, aus den Sternen zu weissagen, aber — wie wir noch näher ausführen werden — mehr aus Not als aus Überzeugung. Kepler hat auch dem großen Feldherrn Wallenstein das Horoskop gestellt. Wie es Schiller in seinem herrlichen Schauspiel, aus dem wir hier ja manche auf die Astrologie bezügliche Stelle abgedruckt haben, schon zum Ausdruck gebracht hat, war Wallenstein ein gläubiger Anhänger der Sterndeutekunst, der es leider trotz seiner ständigen Betrachtung des Planetenstandes nicht aus den Sternen lesen konnte, daß in Eger in jener schlimmen Nacht schon der Dolch des Meuchelmörders auf ihn lauerte. Er hat sich einst Keplers Horoskop von einem Goldschmied in Form eines Medaillons nacharbeiten lassen, das er um den Hals trug, und es ist noch heut vorhanden. (Siehe Abb. 103.)

Es ist sehr natürlich, daß die Sterndeuterei auch mancherlei Unheil angerichtet hat, denn es ist für schwache Seelen nicht immer angebracht, die Zukunft zu wissen, besonders wenn sie unglücklich ist. Gar mancher hat sein Leben auf Grund solcher unsinnigen Prophezeiungen durch eine rasche Tat oder durch ewigen Kummer zerstört, auch haben die Astrologen bei Hofe selbst ihre Feinde durch allerlei Ränke beiseite zu bringen gewußt. Der Astrolog des Tyrannen Tiberius soll auf diese Weise viele Menschen dem Henker ausgeliefert haben. König Erich XIV. ließ den Staatsmann Sture und seine ganze Familie 1567 ermorden, weil ein Astrolog ihm aus den Sternen gedeutet, daß ein Mann mit blondem Haar aus seiner Umgebung ihn stürzen wollte und die Stures blond waren. Dunkle Künste haben in dunklen Zeiten viel dunkle Tat verursacht. Manchen Wirrwarr richteten auch die Weltuntergangs-Prophezeiungen der Sterndeuter an, und es sei hier die komische Weltuntergangsepisode geschildert, die sich einst in Berlin abspielte:

Im Jahre 1518 hatte der damals hochberühmte Sterndeuter Stöffler prophezeit, daß im Februar des Jahres 1524 eine große Sintflut alles Irdische vernichten werde. Stöffler hatte berechnet, daß Saturn, Jupiter und Mars im Februar des genannten Jahres im Himmelszeichen der Fische zusammenkommen würden, und diese Annäherung der Planeten mußte nach seiner Meinung unfehlbar eine Sintflut herbeiführen. Eine allgemeine Niedergeschlagenheit bemächtigte sich der Bevölkerung in allen Landen, und

je näher der ominöse Termin rückte, um so mehr stieg die Angst, und um so törichter bewegten sich die vom Weltuntergang Bedrohten. Handel und Wandel wurden arg dadurch in Mitleidenschaft gezogen. Die Bauern bestellten ihre Felder nicht mehr, man unternahm keine größeren Arbeiten mehr, die Schuldner mochten nicht bezahlen und verjubelten angesichts des nahen Todes lieber das Geld, und aus eben diesem Grunde lieh auch niemand mehr etwas her. Sehr klug taten die Reichen! Sie reisten ins Gebirge, um dort den Wassern zu entgehen, und einige ließen sogar eine Arche à la Noah bauen. Manche lebten in Saus und Braus, um den letzten Heller noch gut anzulegen, andere wurden um so frommer, je näher das nasse Grab rückte, — kurz, es war eine närrische Zeit!

Aber der Februar 1524 verging und die Sintflut kam nicht. Alles atmete auf und es war, als ob ein entsetzlicher Alp von allen genommen wäre. Nur im Kurfürstlichen Schlosse zu Berlin-Cölln an der Spree herrschte nach wie vor dumpfe Beklemmung und Angst. Kurfürst Joachim I., der sich selber mit Sterndeuterei beschäftigte und in einem Schloßtürmchen sogar eine Art Sternwarte besaß, hatte durch seinen hochgelahrten und hochgeschätzten Hofastrologen Johann Carion erfahren, daß sich Stöffler verrechnet habe und daß die Sintflut erst am 15. Juli 1525 zu erwarten sei. Sie werde auch nicht die ganze Erde, sondern nur die deutschen Lande und speziell das flach gelegene Berlin-Cölln heimsuchen. Der Kurfürst befahl, diese Prophezeiung geheim zu halten, und als am 15. Juli nachmittags eine Wolkenwand im Westen hochstieg, öffneten sich plötzlich die Schloßportale und eine ganze Reihe von Staatskarossen raste in aller Eile dem Berliner Ararat, dem Kreuzberge zu, der ja damals noch ziemlich weit draußen vor den Toren der Stadt lag. Die kurfürstliche Familie, die hohen Beamten und

Abb. 103. Horoskop-Amulett aus Gold mit Steinen besetzt, das Wallenstein um den Hals trug.

die Staatskasse sollten auf der schwindelnden Höhe des genannten „Berges" in Sicherheit gebracht werden. Die guten Bürger standen starr vor Staunen ob dieses seltsamen Beginnens. Als man aber später erfuhr, was die hohen Herrschaften zur Flucht veranlaßt habe, trat lähmendes Entsetzen ein und nicht geringe Wut darüber, daß die edlen Herren sich so aus dem Staube gemacht hatten ohne Warnung für den Bürger, der sozusagen wie eine Maus ersaufen konnte und durfte. Gegen Abend kam ein kleiner Gewitterregen und es wurde den Herren auf dem Ararat en miniature recht ungemütlich und bänglich; als aber die Sonne wieder durch die Wolken brach, da ermannte sich der einzige Mann unter den Herrschaften, die Kurfürstin Elisabeth, und überredete ihren Gemahl zur Heimkehr, da offenbar der Weltuntergang abgesagt worden sei. Man fuhr also, von der Bürgerschaft der Schwesterstädte nicht eben freudigen Blickes begrüßt, ins Schloß zurück, und — welch seltsamer Zufall! — kurz vor der Schloßeinfahrt fuhr plötzlich der Blitz eines heraufziehenden Gewitters nieder, tötete den Reitknecht und erschlug die vier Pferde vor dem kurfürstlichen Wagen. (Nach dem Berichte des Chronisten Haftitz.) Totenbleich wankte der Kurfürst ins Schloß, wäre er doch beinahe ein Opfer seiner Furcht geworden!

Es ist erstaunlich, daß selbst sehr gebildete Leute, klare Köpfe (u. a. z. B. auch Luther), etwas von der Sterndeuterei hielten. Zu allen Zeiten hat es freilich auch unter den Fürsten und Geistlichen aufgeklärte Leute gegeben, die diesem Aberglauben entgegentraten, und vielfach sind die Astrologen von den Herrschern und den Kirchenfürsten des Landes verwiesen worden; dennoch war der Irrwahn nicht auszurotten und herrschte noch bis zum Ende des 17. Jahrhunderts hie und da in Europa. Der Franzose Morin, gestorben 1656 in Paris, wird als der letzte große Astrologe betrachtet.

Und dennoch hat auch die Sterndeuterei etwas Gutes gehabt, auch sie hat der Wissenschaft etwas genützt. Ebenso wie die mittelalterlichen Alchimisten, die in ihren geheimnisvollen Braukücheu den „Stein der Weisen" suchten, der zum ewigen Leben verhelfen sollte, und zu der Kunst, aus wertlosen Stoffen Gold zu machen, ebenso wie diese Männer, fast ohne es zu wollen, bei ihren Experimenten wichtige chemische Entdeckungen machten, die uns noch heute wertvoll sind, so haben auch die Astrologen der reinen astronomischen Wissenschaft schließlich genützt, indem sie sorgfältige Aufzeichnungen über den Lauf der Gestirne, über ihre Stellung usw. machten, die aus mancherlei Gründen später für die Astronomie von Nutzen wurden.

Was soll man nun dazu sagen, daß in unserem aufgeklärten Zeitalter, das sich so viel auf seine vom Uebersinnlichen losgelöste Wissenschaft zugute hält, dieser uralte Aberglaube, der im siebzehnten Jahrhundert erloschen war, wieder neue und sehr kräftige Blüten treibt! Sterndeuterei im zwanzigsten Jahrhundert! Und doch ist dem in der Tat so.

Abb. 104. Eine Weltuntergangs-Phantasie

Zusammenstoß der Erde mit dem Kern eines Kometen, der aus Gesteinsmassen besteht
Nach einer Zeichnung von Heinrich Harder

Namentlich in den Ländern, die durch den Weltkrieg in schwerer Weise heimgesucht worden sind und bei den Menschen, die durch die große Katastrophe seelisch entwurzelt wurden, hat der Hang, hinter die Kulissen der Welt zu schauen, stark zugenommen. Man muß das psychologisch zu verstehen suchen! Trotz unserer vielgerühmten Kultur und trotz allen weisen Staatseinrichtungen, Parlamenten, humanitären und kirchlichen Organisationen haben die Menschen das furchtbare Unglück des Krieges und aller seiner Folgen nicht verhindern können. Weiter Kreise hat sich da die Empfindung bemächtigt, daß wir Spielbälle in der Hand geheimnisvoller, ewiger Gewalten sind, daß wir „nach ewigen ehernen großen Gesetzen unseres Daseins Kreise vollenden müssen" und wenig daran drehen und ändern können. So erklärt sich die neuerdings stark angewachsene Bewegung, in allerlei Konventikeln das Weltgeheimnis entschleiern zu wollen, so erklärt sich das starke Anwachsen astrologischer, spiritistischer und anderer, ähnlicher Neigungen.

Das alte Hamletwort: „Es gibt mehr Dinge zwischen Himmel und Erde als eure Schulweisheit sich träumen läßt!" wird der Mensch, der tiefer über die Zusammenhänge der Erscheinungen nachgedacht hat, unterschreiben können. Vielleicht sind die in unserem Maschinenzeitalter so häufigen extremen Materialisten noch weiter von der Wahrheit entfernt als Astrologen und Spiritisten, denn so ein einfaches Kraft- und Stoffgebilde, wie sie es sich vorstellen, ist die Welt sicher nicht. Dennoch widerstrebt es unserem logischen Denken, daß die fernen Gestirne unser Lebensschicksal und das der Völker beeinflussen sollen, so überraschend zutreffend auch dann und wann die Angaben hervorragender Astrologen erscheinen. Man muß aber das Kind nicht mit dem Bade ausschütten. Wir wissen heute, daß unsere irdische Witterung mit den Sonnenfleckenperioden gleichen Schritt hält, wie in einem späteren Kapitel auseinandergesetzt wird. Kein Zweifel, daß Wetter, Ernten, Lebensmittelpreise usw. in Zusammenhang stehen. Jeder weiß auch, daß die seelische Stimmung empfindsamer Menschen sehr vom Wetter abhängig ist. Nun ist andererseits heute bereits ziemlich sicher, daß die Sonnenfleckenperioden wieder hervorgerufen werden durch die Umläufe der Planeten um die Sonne; je nach ihrem Stande zur Sonne haben wir sonnenfleckenarme und sonnenfleckenreiche Jahre. — Da haben wir also schon zwischen Planetenstand und menschlichen, praktischen und empfindungsmäßigen Verhältnissen Beziehungen, die man noch vor hundert Jahren für unmöglich gehalten hätte. — Man kann also ruhig zugeben, daß es gewisse Beeinflussungen des irdischen Geschehens durch die Sterne gibt. Die Sonne, der Mond, im angedeuteten Sinne auch die Planeten, wirken auf das Wetter und damit indirekt auf menschliche Verhältnisse. Dagegen ist es absolut unerfindlich, weshalb nun Mars oder Saturn ein Unglücksbringer, die Venus ein Glücksstern sein soll, und weshalb (nach einer mir vorliegenden astrologischen

Abb. 105. Hochkünstlerisch ausgeführtes Horoskop eines reichen Mannes
aus dem Jahre 1531
Schnitt von Anton Woensam, Worms

Deutung) ein Mensch sich vor dem Wasser in acht nehmen soll (Seereisen usw.), weil die Gestirne, die sein Leben bestimmen, in unglückverheißender Weise im Sternbild des Wassermanns und der Fische gestanden haben! Wir dürfen doch nicht vergessen, daß die Bezeichnungen „Wassermann", „Fische" usw., für bestimmte Sterngruppen vor Tausenden von Jahren von den alten Völkern gewählt worden sind. Andere Völker haben wieder andere Sternbilderbezeichnungen erfunden, und das alles ist doch ganz willkürlich, wie Berg- und Flußnamen willkürlich sind.

Hier also vermag man bei aller Anerkennung der Tatsache, daß uns noch so manches Weltgeheimnis unenthüllt ist, nicht mitzukommen, weil das einfache logische Empfinden sich dagegen sträubt. Daß dagegen alles irdische Geschehen schließlich und endlich in den ganz großen Zügen vom Kosmos beeinflußt wird, ist ja unbestreitbar. Wenn die Temperatur der Sonne um einige hundert Grad sinkt, schraubt sich unsere ganze Kultur, entsprechend der dann eintretenden Vereisung der Erde, auf die der Eskimos zurück. Bei der Wanderung des ganzen Sonnensystems durch die Sternenräume mögen wir nach Jahrzehntausenden in Gegenden des Weltenraumes kommen, die mit kosmischen Staubmassen angefüllt sind, stark auf alle irdischen Verhältnisse einwirken und was dergleichen mehr geschehen kann. Nur eines will uns nicht einleuchten, nämlich, daß sich das Leben irgend eines Menschen so und so gestalten soll, weil Mars oder Venus zur Stunde seiner Geburt in diesem oder jenem Sternbild standen. — Bestritten soll aber nicht werden, daß sehr geistvolle Untersuchungen hervorragender Vertreter der astrologischen Anschauung über Planetenstand und gewisse geschichtliche Perioden oft verblüffend wirkende Zusammenhänge aufzuweisen scheinen. Aber es liegt auch in der menschlichen Natur und erschwert das Finden der Wahrheit, daß wir geneigt sind, bestimmte Erscheinungen nach einer vorgefaßten Meinung zusammenzukoppeln und so zu gruppieren, daß sie sich zu decken scheinen. Etwas Ähnliches liegt ja bei den vielen, nach dem Kriege erschienenen Zahlenspielereien vor, die das Schicksal des Deutschen Reiches, seine Erneuerung usw. aus geschickt verstellten Jahreszahlen, die in unserer politischen Entwicklung eine Rolle gespielt haben, zu prophezeien suchten.

Sehr gern berufen sich unsere modernen Astrologen auf die Tatsache, daß einer der hervorragendsten Astronomen aller Zeiten, zugleich Astrolog war: Johannes Kepler. (Abb. 22, Seite 29.) Es ist ja nun freilich richtig, daß Kepler sich mit Sterndeuterei beschäftigte und etwas davon hielt, wie aus der 1610 von ihm verfaßten Schrift „Tertius interveniens, daß ist Wahrnung an etliche theologos, medicos und philosophus, daß sie bei billiger Verwerfung des sternguckerischen Aberglaubens nicht das Kind mit dem Bade ausschütten, und hiermit ihrer Profession unwissend zuwiderhandeln" hervorgeht.

Aber, Kepler lebte eben von 1571—1630; war ein Kind seiner dem Mystischen zuneigenden Zeit. Drei Jahrhunderte sind seitdem vergangen! Dann aber hat Kepler selbst oft genug erklärt, daß die Not ihn zwang, diesem Broterwerb nachzugehen. Er wäre verhungert ohne jene Nebeneinnahme, trotz seines gewaltigen Könnens und Wissens. In jenen Kriegszeiten zahlte ihm die kaiserliche Kasse die Gehälter nicht; selbst Wallenstein, an den er sich wandte, vermochte dem von ihm hochgeschätzten Gelehrten nicht zu helfen, und als Kepler in höchster Not 1630 zum Reichstag nach Regensburg reiste, um jene 12 000 Gulden, die man ihm schuldete, zu fordern, warf

ihn die beschwerliche Reise aufs Krankenlager; er starb an Entkräftung. In gewisser Beziehung hat also jener Reim recht, der von ihm sagt:

„So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen,
Wie Kepler stieg! Er starb in Hungersnot.
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brot!"

Kepler hat einmal selbst gesagt: „Die Astrologie ist nicht wert, daß man Zeit darauf verwendet, aber die Leute stehen in dem Wahn, sie gehöre

Abb. 106. Der „König der Astrologen" Nostradamus

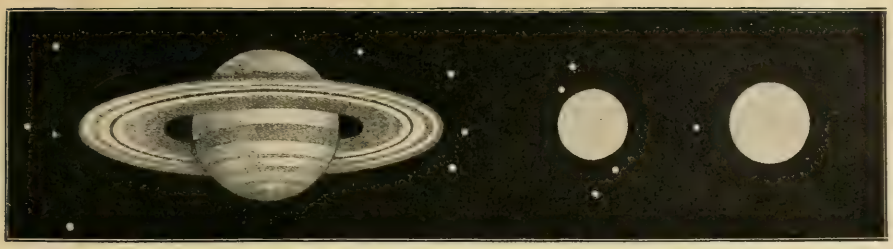
zu einem Mathematiker." Noch deutlicher ist sein Verhältnis zu diesem Aberglauben in folgenden Worten ausgedrückt: „Es ist wohl die Astrologie ein närrisch Töchterlein, aber, du lieber Gott, wo wollt' ihre Mutter, die hochvernünftige Astronomie bleiben, wenn sie diese närrische Tochter nicht hätte?" — „Auch sind sonsten der Mathematiker Einkünfte so seltsam und gering, daß die Mutter gewißlich Hunger leiden würde, wenn die Tochter nichts erwürbe."

So entschuldigt sich Kepler selbst mit seiner schlimmen pekuniären Lage, wenn ihn nicht sein Zeitalter entschuldigte. Die modernen Astrologen aber

wirken insofern unheilvoll, als sie breite Kreise in einen alten Aberglauben hineintreiben, während wir alle Ursache haben, in unserer zerfahrenen Zeit die Nebel zu verteilen, die der Menschheit ärgste Feinde sind: die Nebel der Finsternis! Wir rufen ihnen zu, was der getreue Illo dem in sein Verderben rennenden, den Sternen vertrauenden Wallenstein warnend zurief:

„In deiner Brust sind deines Schicksals Sterne.
Vertrauen zu dir selbst, Entschlossenheit
Ist deine Venus!"

Abb. 107. Die Ermordung Wallensteins
zu Eger in der Nacht vom 25. zum 26. Februar 1634
Nach einem alten Stich



„Dreifach ist des Raumes Maß:
Rastlos fort ohn' Unterlaß
Strebt die Länge; fort ins Weite,
Endlos gießet sich die Breite,
Grundlos senkt die Tiefe sich.
Dir ein Bild sind sie gegeben:
Rastlos vorwärts mußt du streben,
Nie ermüdet stille stehn,
Willst du die Vollendung sehn;
Mußt ins Breite dich entfalten,
Soll sich dir die Welt gestalten;
In die Tiefe mußt du steigen,
Soll sich dir das Wesen zeigen."
Schiller.

Wie man Entfernung und Größe der Himmelskörper findet

Wie der Astronom in den Verdacht des Flunkerns kommt. Was die astronomische Rechenkunst leistet. Das pünktliche Eintreffen der Sonnen- und Mondfinsternisse beweist die Zuverlässigkeit der Berechnungen des Astronomen. Wie man auf einfache Weise eine Entfernung messen kann. Von Berlin-Kapstadt nach dem Monde. Vom Monde zur Sonne. Was eine Parallaxe ist. Wie man die Entfernung der Fixsterne findet. Die Nachbarsonne. Wie man die Größe der Mondkugel mit Hilfe eines Fünfmarkstückes ermitteln kann. Einfache Methode, die Größe der Sonne zu bestimmen. Die Masse und Schwere der Sterne. Wie man mit einem Spazierstock die Höhe eines Baumes messen kann. Wie der Astronom die Höhe der Mondberge mißt.

Der Landadel der baltischen Provinzen, besonders Estlands, ist, wie allen Kennern der Verhältnisse bekannt sein wird, reich an sehr originellen Sonderlingen. Es sind meist gute, alte deutsche Namen, ein Schlag von interessanten, knorrigen Persönlichkeiten, von altem Schrot und Korn, der seit Jahrhunderten in jenen unruhigen Gegenden das Deutschtum hoch hielt und nun leider im Aussterben begriffen ist. Eine der populärsten Figuren war und ist im Gedenken wohl heute noch der Baron v. K. . . ., der den Spitznamen Baron Münchhausen führte. Nicht nur, weil er äußerlich wohl etwas dem altberühmten Haudegen und Abenteurer glich, sondern weil er gleich diesem ein Lügengenie ersten Ranges war. Man erzählt sich die tollsten Geschichten von den Flunkereien des Alten, und wenn — wie man sagt — ein Vollmatrose zehnmal besser lügen kann wie ein Oberförster, und seinerseits darin wieder zehnmal von einem Afrikareisenden übertroffen wird, so schlug jener estnische Baron Münchhausen wiederum diesen um eine Pferdelänge. Wenn nun aber jemand dem Baron ein Kompliment ob seines grandiosen Lügens machte, so pflegte er zu sagen, daß nur ein Mensch ihm darin über sei,

ein Astronom in Reval, der mit dem ehrlichsten Gesicht von der Welt ihm und anderen in öffentlicher Gesellschaft vorgelogen habe, daß es ihm gelungen sei, die Höhe der Berge auf dem Monde zu messen.

Diese Leistung des Revaler Astronomen, die übrigens durchaus keine besonderen Schwierigkeiten verursacht haben wird, hat unserem Lügenmeister so unglaublich geklungen, daß er, in Hintansetzung aller persönlichen Verdienste, dem Sterngucker die Lügenpalme neidlos zuerkennen zu müssen glaubte. Was hätte der originelle Kauz wohl erst für Augen gemacht, wenn er von anderen, weitaus schwierigeren Leistungen der messenden und rechnenden Astronomie gehört hätte! Nicht nur die Entfernungen und Größen der Monde und Planeten vermag der Astronom zu ermitteln, nicht nur Mond- und Sonnenfinsternisse auf Jahrtausende vorwärts und rückwärts zu berechnen, bis in die fernsten Tiefen des Universums verfolgt der astronomische Rechner die aus unendlichen Entfernungen kommenden, wieder in unendliche Entfernungen ziehenden Kometen. Lange, wenn sie dem Blick des Beobachters selbst im kräftigsten Fernrohr entschwunden sind, sich in den nebligen Fernen der Unendlichkeit verloren haben, vermag der Mathematiker noch ihren Ort, ihre Stellung zu den Gemarkungen des Sonnensystems anzugeben. Die Wiederkehr dieser seltsamen Schweifsterne kann er auf Jahrhunderte im voraus berechnen und alle S t ö r u n g e n, die sie in dieser langen Zeit auf ihrem langen Wege von anderen Himmelskörpern, denen sie nahe kommen, erleiden, die ihren Lauf hemmen, ihm eine andere Richtung geben, in Rechnung setzen. Und bis in die endlosen Fernen der Fixsterne wagt sich die Kunst des astronomischen Rechners. Die Entfernungen vieler dieser Sonnensterne sind ermittelt worden, ja es ist sogar gelungen, teilweise unsichtbare Weltkörper, d u n k l e Gestirne, die jene hellen umkreisen, sie begleiten, nicht nur zu entdecken, sondern ihren Lauf, ihre Größe, ihren Abstand von dem hellen, sichtbaren Gestirn, rechnerisch zu ermitteln. Ist es doch sogar, wie in einem späteren Kapitel gezeigt werden soll, dem großen L e v e r r i e r gelungen, auf rein rechnerischem Wege, „mit der Spitze seiner Feder", wie einst Arago sagte, also an seinem Schreibtisch, einen mächtigen Weltkörper, den letzten Planeten des Sonnensystems, den Neptun, zu entdecken. Was will es demgegenüber sagen, die Höhe der Mondberge zu bestimmen! Der rechnende Astronom vermag nicht nur die Größe des Mondes und aller Planeten zu finden, er sagt uns auch, wieviel Masse all diese Körper besitzen, das heißt, wie schwer sie sind, welche Gewichtsverhältnisse auf ihren Oberflächen herrschen, wie ja denn auch das Gewicht der Erdkugel mit vieler Genauigkeit festgestellt worden ist.

Es gibt im Publikum sehr viele Leute, die mit dem estnischen Baron Münchhausen der Ansicht sind, die Sterngucker nehmen es da nicht gar so genau mit der Wahrheit, sie verständen sich auf das Flunkern oder es käme ihnen bei ihren Zahlen „auf eine Handvoll Millionen" nicht an. Der frühere äußerst populär gewordene Direktor der Sternwarte zu Göttingen,

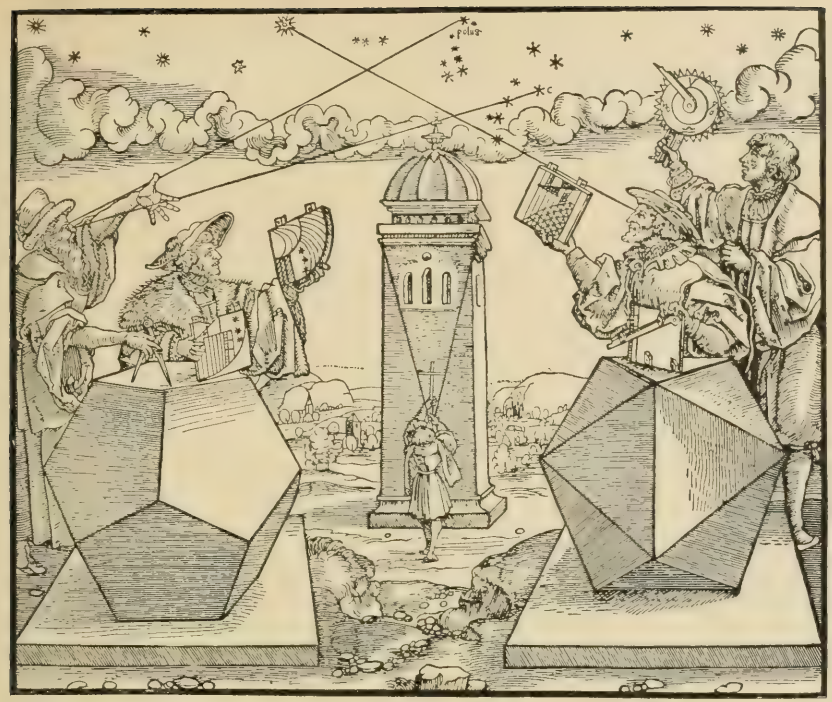


Abb. 108. Das Messen
Nach einer mittelalterlichen Darstellung

Klinkerfues, erhielt einst hohen, fürstlichen Besuch. Es handelte sich um eine Dame, die ob ihrer scharfen, kritischen Bemerkungen gefürchtet war. Die hohe Frau ließ sich den Mond und einige Sterne im Fernrohr zeigen und tat mancherlei Fragen. Zum Schluß entspann sich folgendes Gespräch: „Wie heißt jener helle Stern, Herr Professor?" „Aldebaran, Hoheit!" „Wie weit mag er entfernt sein?" „Ungefähr 25—30 Lichtjahre!" „Was heißt das?" „Ein Lichtjahr ist die Strecke, Hoheit, die das Licht, das in jeder Sekunde 42 000 Meilen durchläuft, in einem Jahr durcheilt! Ein Lichtjahr ist eine Wegstrecke von etwa 1¼ Billionen Meilen. Aldebaran ist also rund 37 Billionen Meilen entfernt!" Die Dame kniff ein wenig die Augen zu und sagte ironisch: „Nun, verehrter Herr Professor, es wundert mich nur, daß sie trotz der großen Entfernung den Namen des Sternes in Erfahrung bringen konnten!" Das Gefolge, froh darüber, nicht selbst das Ziel der fürstlichen Ironie zu sein, kicherte Beifall. Klinkerfues aber, einer der originellsten Gelehrten die je gelebt haben, ein Mann, der unbeschadet seiner Tüchtigkeit einen guten Tropfen über alles liebte und von dem noch heute in Göttingen tausend Schnurren erzählt werden, erwiderte in seiner herzerfrischend groben Art mit kühlem Lächeln: „Es ist auch nur ein Zufall,

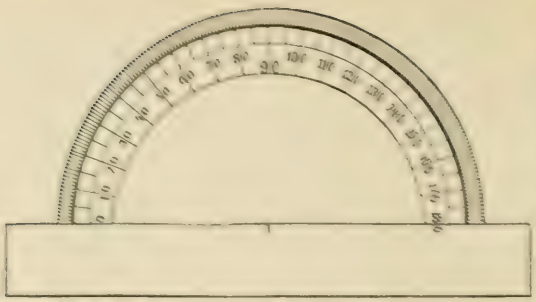


Abb. 109. Transporteur oder Winkelmesser

Hoheit; an diesem Stern war glücklicherweise noch die Etikette daran!" Nun, die bis auf die Sekunde genau eintreffenden Sonnen- und Mondfinsternisse zeigen dem Einsichtsvollen schon, daß die Astronomen die Stellungen und Bewegungen der Erde und des Mondes zur Sonne zum mindesten doch sehr genau zu kontrollieren und voraus zu berechnen vermögen. Kann doch ein jeder die diesbezüglichen Angaben, die der Astronom dem Kalendermacher mitteilt, leicht nachprüfen. Auch die oft beobachtete Wiederkehr von Kometen, deren Erscheinen von den Sternkundigen vorausgesagt wurde, ebenso die pünktlich eintreffenden Vorübergänge mancher Planeten vor der Sonnenscheibe, ferner die Genauigkeit aller Angaben der astronomischen Jahrbücher, nach denen sich – wie im Kapitel „Was uns die Sterne nützen" auseinandergesetzt wurde — die Seefahrer richten, all das beweist die Zuverlässigkeit der astronomischen Rechnung. Freilich wenn wir in astronomischen Werken lesen, daß der Durchmesser der Mondkugel 3480 Kilometer beträgt, daß sich die Sonne 149 Millionen Kilometer entfernt befindet, daß die Kugel des Planeten Jupiter 1330mal größer ist als die Erdkugel, daß der nächste Fixstern 275 000mal ferner ist als die Sonne usw. usw., so muß der Laie diese Angaben, die er nicht nachprüfen kann, mit gutem Glauben hinnehmen. Und er kann es getrost! Ganz abgesehen davon, daß in unserer Zeit in der Treu und Glauben, wie aus manchen Vorkommnissen und Verhältnissen zu erkennen ist, nicht eben alltäglich sind, die Wissenschaft noch immer als eine hohe und reine Hüterin der Wahrheit dasteht, ganz abgesehen davon, ist es gerade die Mathematik, die reinste und voraussetzungsloseste unter den Wissenschaften, deren Gesetze sozusagen Ewigkeitswert und universelle Gültigkeit haben, deren Resultate daher wie die keiner anderen Wissenschaft gesichert sind.

Trotz alledem! Ein großer Teil des Publikums, besonders der einfache Mann aus dem Volke, dem selbst die Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaft unbekannt sind, vermag es nicht zu fassen, wie der Astronom all das ausgemessen hat; vermögen wir doch nicht mit

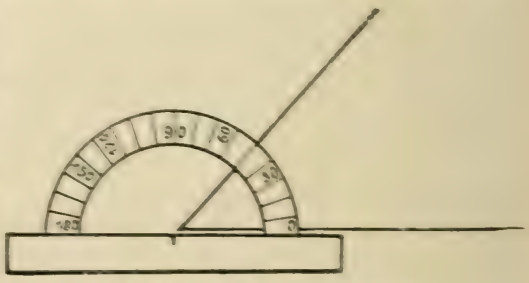


Abb. 110. Messen eines Winkels

dem Zollstock und der Meßkette den fernen Sternen beizukommen. Es soll nun in den folgenden Zeilen versucht werden, auf möglichst einfache Weise und ohne Anwendung der Mathematik (erregt doch schon das Wort manchen Leuten schlimme Befürchtungen!) zu zeigen, wie es möglich ist, Entfernungen und Größen im Weltenraum zu bestimmen. Selbstverständlich müssen sich diese Darstellungen ganz auf der Oberfläche halten, und es braucht

Abb. 111. Der Geometer bei der Arbeit
Die Entfernung des Turmes A soll gemessen werden. Die Strecke B C ist die Standlinie oder Basis. Die Winkel bei B und C müssen mit dem Winkelmesser bestimmt werden.

wohl nicht erwähnt zu werden, daß der Astronom unendlich viel exaktere Methoden hat, um seine ebenso exakten Resultate zu erzielen.

Die schwerste Sorge macht es dem Laien, zu verstehen, wie der Astronom die Entfernung eines Gestirnes zu messen vermag, da „er doch nicht hin kann!" Aber auch der Feldmesser, der Geometer kann ja oft nicht zu den Objekten hin, deren Entfernung er messen will. Angenommen, es soll zum Zwecke der Anlage einer Eisenbahn die Entfernung eines Dorfes, etwa der Dorfkirche von einem entfernten Punkt der umliegenden Felder gemessen werden. Es wäre außerordentlich umständlich, nun mit dem langen Meterband der Meßkette, die vielleicht mehrere Kilometer lange Strecke zu vermessen in der Weise, wie es jemand tut, der ein Zimmer ausmessen will. Oft liegen aber Seen, Flüsse, Sümpfe zwischen den beiden Punkten, so daß man die Meßkette gar nicht legen könnte. Da kommt denn der Geometer

mit seinem „Theodoliten", seinem Winkelmeßinstrument, und mißt auf schnelle und bequeme Weise aus der Entfernung den Abstand des Dorfes von dem bestimmten Geländepunkt. (Abb. 111.) Freilich der Geometer darf mit der Mathematik auch nicht auf dem Kriegsfuße stehen, er braucht sie zu seinen Meßmethoden; aber ich habe nun hier dem Leser versprochen, ihm diese Teufelswissenschaft ganz vom Halse zu halten und will ihm daher ein Mittel angeben, wie er solche Entfernungen ohne Anwendung der Mathematik finden kann. Nur ein kleines Instrumentchen, das wohl noch jeder von der Schule her in Erinnerung hat, wird dazu gebraucht: der „Transporteur" oder Winkelmesser (Abb. 109), mit dem man die Größe des Winkels, den zwei Linien miteinander bilden, in „Graden"*) angeben resp. messen kann. Legen wir den Transporteur auf zwei einen Winkel bildende Linien so an, wie es in Abb. 110 geschehen ist, so können wir die Größe des Winkels leicht ablesen; wir sehen, daß der Winkel der beiden Linien in dieser Abb. 50 Grad beträgt. — Mit einem recht großen Transporteur, einigen Stäben und einigen Schnüren versehen, begeben wir uns nun hinaus, um die Entfernung der Dorfkirche von einem entfernten Punkt des Geländes zu messen. Die Kirche steht bei K in Abb. 112 und wir selbst befinden uns bei A. Zunächst gehen wir daran, uns eine Grundlinie („Basis" genannt) abzustecken. Je weiter der Gegenstand, dessen Entfernung bestimmt werden soll, entfernt ist, um so länger werden wir diese Basis wählen. In unserem Falle wählen wir sie zu 100 Meter. Wir stecken im Punkte A einen Stab in die Erde, messen von ihm aus in gerader Linie genau 100 Meter ab und stecken an dem zweiten Punkt, der sich bei B befinden möge, einen zweiten Stab in den Boden. Nachdem wir nunmehr unsere Basis bestimmt haben, schreiten wir zur Bestimmung der Winkel, die zwei von A und von B nach K gezogene Linien mit der Linie A—B bilden. Wir bringen unser eines Auge an die Spitze des bei A stehenden Stabes und schauen nach dem Kirchturm hin; ein Gehilfe stellt in einiger Entfernung einen zweiten Stab so in den Boden, daß seine Spitze genau in der Richtung des Kirchturmes liegt, so daß Auge, Stab und Kirchturm

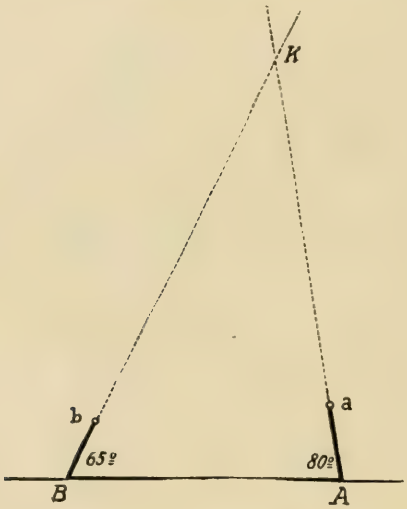


Abb. 112. Dreiecksmessung

*) Man teilt den Umfang eines Kreises in 360 Teile ein, die man „Grade" nennt. Ein Halbkreis hat also 180 Grade, ein Viertelkreis 90 Grade usw.

durch eine gerade Linie verbunden werden können. Der zweite Stab wird also etwa im Punkte a zu stehen kommen. Genau so verfahren wir beim Stabe B, und es wird hier der zweite Stab bei b sich befinden müssen. Nunmehr verbinden wir auf geeignete Weise die vier Stäbe durch eine Schnur, die durch die starke Linie in der Abbildung dargestellt ist, also von a über A nach B und b läuft. Jetzt legen wir unseren Transporteur bei A und B an und messen beide Winkel, deren Größe 65 und 80 Grad betragen möge.

Hiermit ist unsere Tätigkeit auf dem Felde schon beendet, und wir können nun leicht die Entfernung der Kirche zuhause auf einem Blatt Papier ermitteln. Wir wiederholen sozusagen das, was wir draußen auf dem Felde taten. Wir ziehen zunächst wieder eine Basis oder Grundlinie auf dem Papier mit einer Feder; selbstverständlich stark verkleinert, statt 100 Meter ist sie nur 100 Millimeter lang, und ihre beiden Endpunkte bezeichnen wir wieder mit den Buchstaben A und B. Mit Hilfe des Transporteurs setzen wir links und rechts unter Winkeln von 65 und 80 Grad wieder zwei Linien an, wie sie durch die zweiten Stäbe auf dem Felde und die Schnüre markiert waren. Wir haben nun offenbar genau dieselbe Figur, wie wir sie auf dem Felde hatten, nur daß die Basis jetzt tausendmal (statt 100 Meter 100 Millimeter lang) kürzer geworden ist. Was wir aber auf dem Felde nicht konnten, nämlich die Linien A—a und B—b bis nach K verlängern, das können wir nun auf dem Papier mit Hilfe eines Lineals leicht. Wir verlängern beide Linien, bis sie sich schneiden, was, wenn wir unsere Winkel richtig gemessen haben, im Punkte K stattfinden muß. Mit dem Zollstock können wir nun auch leicht die Länge der Linie B—K messen. Angenommen, wir finden, daß sie 172 Millimeter lang ist und daß die Strecke A—K 158 Millimeter beträgt. Da nun die Basis in diesem Dreieck auf dem Papier tausendmal kürzer ist als in jenem Dreieck auf dem Felde, so sind es auch die übrigen Seiten. Also die Strecke A—K tausendmal 158 Millimeter, nämlich 158 Meter lang, und so erhalten wir als Schlußresultat, daß die Kirche K eben diese Strecke von unserem Standorte A entfernt war.

Abb. 113. Messen der Mondentfernung von zwei Punkten der Erde aus

Wir sehen, daß es uns auf eine recht einfache Weise, die sich jeder Schulknabe zu eigen machen kann, gelungen ist, die Entfernung eines Gegenstandes zu ermitteln. Der Geometer verfährt freilich anders; auch er muß die Basis mit der Meßkette direkt ausmessen, aber die beiden Winkel mißt er mit seinem Theodoliten mit großer Genauigkeit, und er überträgt diese Meßresultate nicht auf Papier, sondern berechnet nach den Methoden der „Trigonometrie", der Dreieckmessung, das Dreieck. Wenn man in einem

Dreieck die Länge einer Seite und die beiden anliegenden Winkel kennt, oder wenn man zwei Seiten und den von ihnen eingeschlossenen Winkel kennt, so lassen sich nach trigonometrischen Lehrsätzen die anderen Stücke des Dreiecks berechnen. Selbstverständlich verfährt auch der Astronom nach solchen mathematischen Methoden.

Durch solche Dreiecksmessungen hat man die Entfernung zwischen den größten Städten und wichtigsten Punkten der Erde, ja die Größe der ganzen Erdkugel bestimmt, man kann aber auch Entfernungen im Weltgebäude auf

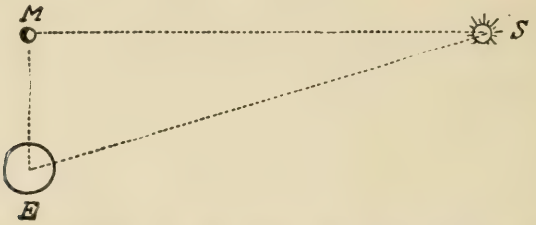


Abb. 114. Sonne — Mond — Erde bilden zur Zeit des „Ersten Viertels" ein rechtwinkliges Dreieck

diese Weise messen, von bekannten irdischen Entfernungen ausgehend. So hat man z. B. die Entfernung des Mondes bestimmt, indem man als Basis oder Grundlinie die Strecke von der Sternwarte zu Kapstadt nach der Sternwarte in Berlin einsetzte. Es sei E in Abb. 113 die Erde und M der Mond. Wenn nun von B (Berlin) aus und von K (Kapstadt) aus zu gleicher Zeit von zwei Astronomen die Winkel bestimmt werden, die zwei nach dem Mondmittelpunkt gerichtete Linien B—M und K—M mit der Basis B—K bilden, so ist es ein leichtes, die Entfernung des Gestirns zu finden; denn die Entfernung Kapstadt—Berlin ist genau bekannt, und die Winkel bei B und K sind unschwer meßbar. Man hat natürlich noch manche andere, genauere Resultate ergebende Methoden, um die Entfernung des Mondes zu messen, auf die hier, weil sie mathematische Auseinandersetzungen nötig machen, nicht eingegangen werden kann. Hat man nun eine größere Strecke vermessen, so kann man diese wieder als Basis benutzen, um einen noch viel entfernteren Punkt zu bestimmen. Bei unserer oben angestellten Feldmessung können wir z. B. die gefundene Strecke A—K als Basis benutzen, um den Abstand eines links oder rechts in weiter Entfernung liegenden Ortes zu finden. Wie man unter Zugrundelegung der Strecke Berlin—Kapstadt die Entfernung des Mondes bestimmte, so kann man wieder unter Zugrundelegung der Strecke Erde—Mond die Entfernung der Sonne, die die des Mondes mehrere hundertmal übertrifft, ermitteln. Wenn der Mond gerade halb beleuchtet ist, also wenn er z. B. im „Ersten Viertel" steht, dann stehen die drei Körper Sonne, Erde, Mond so zuein-

ander, wie es in Abb. 114 dargestellt ist. Zwei vom Mondmittelpunkt M nach dem Erdmittelpunkt und Sonnenmittelpunkt gezogene Linien bilden dann im Mondmittelpunkt genau einen rechten Winkel miteinander, wie aus der Figur erkennbar wird. In dem Dreieck M-E-S (Mond-Erde-Sonne) ist nun die Basis M-E, also die Entfernung Mond-Erde bekannt, sie beträgt rund 52 000 Meilen oder 384 400 Kilometer; ebenso ist der Winkel bei M bekannt, denn er ist zurzeit des ersten Viertels, wie aus der Beleuchtung des Mondes durch die Sonne hervorgeht, genau ein rechter (hat also 90 Grad), und es gilt nur noch den Winkel bei E zu messen, was dem Astronomen keinerlei Schwierigkeiten macht. Man hat dann wieder in dem Dreieck die Länge einer Seite und die Größe der beiden anliegenden Winkel und kann entweder auf Grund unserer oben beschriebenen einfachen zeichnerischen Darstellung, oder genauer durch eine kleine Rechnung, die Länge der Linie S-E, also die Entfernung der Sonne von der Erde ermitteln. Im Kapitel „Merkur und Venus" soll eine viel genauere Methode gezeigt werden, um die für alle astronomischen Messungen sehr wichtige Strecke Sonne-Erde zu bestimmen. Man hat diese Strecke mit Recht die „Elle des Weltenraumes" genannt, denn die meisten anderen Entfernungen im Reiche der Sterne werden auf sie bezogen.

Wir sehen, wie man auch bei diesen Messungen immer vom Kleinen zum Größeren schreitet: erst Entfernungsmessungen auf der Erde selbst, dann Messung der Mondentfernung, später Berechnung des Abstandes der Sonne. Immer größer wird die Basis, und so wächst auch die Möglichkeit, immer größere Weiten messend zu erkennen. Wenn wir einen Finger dicht vor unsere Augen halten und — indem wir das eine Auge schließen — an ihm vorbei nach der gegenüberliegenden Wand blicken, so wird der Finger dort irgend einen Gegenstand, irgend einen Punkt verdecken. Schließen wir jetzt dieses Auge und blicken nur mit dem anderen, so verdeckt der Finger jetzt einen ganz anderen Punkt an der Wand. Der Finger scheint sich also vor dem Auge zu verschieben, je nachdem, ob wir mit dem linken oder rechten Auge nach ihm blicken. Halten wir nun aber den Finger, so weit es der Arm zuläßt, von unseren Augen ab und wiederholen das kleine Experiment, so zeigt es sich, daß nunmehr die scheinbare Verschiebung weitaus geringer ist, und wenn wir statt des Fingers einen Stab verwenden, den wir immer weiter und weiter vom Auge abrücken können, so bemerken wir schließlich überhaupt keine Ver-

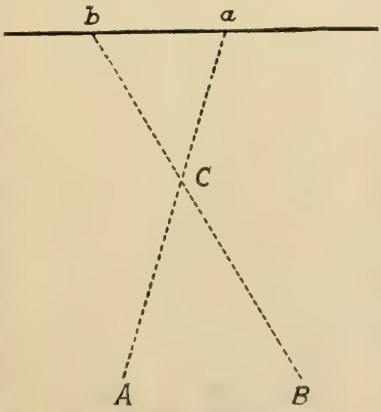


Abb. 115. Parallaxe

schiebung mehr, wenn wir abwechselnd mit dem linken und dem rechten Auge am Stab vorbei nach dem Hintergrund sehen. Man nennt diese scheinbare Ortsveränderung eines Gegenstandes zum Hintergrund, wenn man ihn von verschiedenen Punkten aus betrachtet, die „Parallaxe", und sie ist bei der Messung von Entfernungen im Weltenraume sehr wichtig. Unsere beiden Augen sind sozusagen zwei verschiedene Beobachter, die von zwei verschiedenen Punkten aus einen Gegenstand betrachten. Für den Beobachter A in Abb. 115 entwirft sich der auf freiem Felde stehende Baum C auf den Punkt a des Landschaftshintergrundes; für den Beobachter B hingegen steht der Baum im Punkte b der Landschaft: der Winkel, den die Linien bei C bilden, ist die „Parallaxe". Je weiter aber der Baum von den Beobachtern absteht, um so kleiner wird die Verschiebung, wird die Parallaxe werden. Je weiter der Gegenstand entfernt ist, um so mehr müssen offenbar die beiden Beobachter voneinander abrücken, um überhaupt noch eine Verschiebung erkennen zu können. Wenn jemand nach dem Mond schaut und ihn dicht bei einem Sterne sieht, so wird ihn zur selben Zeit ein anderer Beobachter, der sich 1000 Meter vom ersten entfernt befindet, genau an derselben Stelle erblicken; befände er sich hingegen 100 Meilen entfernt, so würde der Mond für ihn eine andere Stellung zu dem Stern einnehmen. Der Mond ist nun der allernächste Weltkörper; hier ist eine solche Verschiebung noch wahrnehmbar, und sie ist es auch bei einigen der Erde nahekommenden Planeten; bei ferneren Gestirnen, etwa beim Planeten Saturn, würden wir von einer Verschiebung, einer Parallaxe, nichts mehr wahrnehmen, selbst wenn der eine Beobachter nach dem Nordpol, der andere nach dem Südpol der Erde ginge, also sich so weit von einander entfernten, wie auf Erden nur möglich. Für so entfernte Gestirne ist demnach selbst die Basis, die durch den Durchmesser der ganzen Erdkugel geboten wird, zu klein, und es würde daher, wenn man nicht auf andere Weise operieren könnte, nicht möglich sein, die Entfernung solcher Sterne zu messen; zwei Linien, die die beiden Beobachter am Nord- und Südpol der Erdkugel nach den fernen Gestirnen ziehen, würden überhaupt keinen Winkel miteinander bilden, sie würden parallel laufen. (Abb. 116.)

Abb. 116. Zwei Linien von gegenüberliegenden Punkten der Erde nach irgend einem Fixstern gezogen, bleiben parallel, weil gegenüber der ungeheuren Entfernung der Fixsterne der Erddurchmesser verschwindend klein ist

Um nun gar die Entfernung der Fixsterne zu finden, also all jener fernen Sterne, die abends das Firmament überziehen, muß der Astronom eine viel, viel größere Basis haben als den Durchmesser der Erde; glücklicherweise schafft uns die Erde diese Basis durch ihre jährliche Wanderung um die

Sonne. Die Erde beschreibt im Laufe eines Jahres eine fast kreisförmige Bahn um die Sonne, und hält sich von dieser dabei rund 150 Millionen Kilometer entfernt. Der ganze Durchmesser der Erdbahn beträgt demnach nahezu 300 Millionen Kilometer, eine Strecke, die ein ununterbrochen fahrender Schnellzug erst in beinahe 400 Jahren durcheilen könnte.

Wenn wir am 21. März und am 23. September nach ein und demselben Fixstern schauen, so kann er sich, genau genommen, beide mal nicht an demselben Ort am Himmel befinden, denn wir betrachten ihn ja beide Male von zwei Punkten der Erdbahn aus, die sich um den Durchmesser der Erdbahn, um 300 Millionen Kilometer, von einander entfernt befinden. S in Abbildung 117 sei die Sonne. Um sie herum bewegt sich in der kleinen eingezeichneten Bahn die Erde. Am 21. März steht sie beim Punkt A, am 23. September im Punkt B, 300 Millionen Kilometer von A entfernt. F sei ein uns näherer, T ein noch viel fernerer Fixstern. Vom Punkt A der Erdbahn aus gesehen steht der Stern F rechts vom Stern T; vom Punkt B aus gesehen befindet er sich links von ihm. Den Winkel bei F nennt man die Parallaxe des Sternes F. Kann man ihn messen, so kann man, da die Größe der Strecke A—B bekannt ist, die Entfernung des Sternes bestimmen.

Den alten Astronomen war das nicht möglich. Die beiden nach dem Stern gezogenen Linien A—F und B—F erwiesen sich als parallel, wie die in Figur 116. Die Fixsterne sind eben so weit von uns entfernt, daß selbst der Durchmesser der Erdbahn dagegen zu einem unbedeutenden Punkt zusammenschrumpft. Da man früher an eine so gewaltige Entfernung der Sterne nicht glauben konnte, verfiel man in den Trugschluß, Kopernikus habe unrecht und die Erde beschreibe gar keine Bahn um die Sonne. Selbst ein so bedeutender Astronom wie Tycho Brahe stellte sich auf diesen Standpunkt.

Allerdings ist selbst für die allernächsten Fixsterne, wie wir heute wissen, diese Verschiebung nur wenige Tausendstel einer Vollmondsbreite groß. Erst die feinen Meßinstrumente neuer Zeit konnten solche kleinen Winkel bestimmen. Der erste, der mit Messungen dieser Art Erfolg hatte, war der Astronom Bessel im Jahre 1837. Die ersten beiden Sterne, bei denen eine solche schwierige Parallaxenmessung

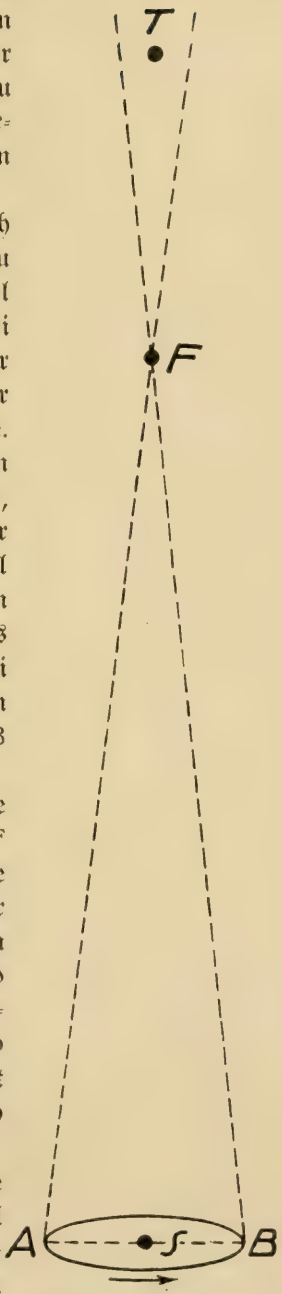


Abb. 117. Wie mißt man die Entfernung der Fixsterne

nun wirklich gelang, waren die Sterne „61 Cygni“ (ein kleiner Stern im Sternbilde des Schwanes) und „Alpha Zentauri“ (der hellste Stern im Sternbilde des Zentauren, eines Sternbildes am südlichen Himmel); diese beiden Sterne sind also nach unserem heutigen Wissen die uns nächsten Fixsterne, die Nachbarn unserer Sonne im Weltenraum, denn die Fixsterne sind Sonnen in großer Entfernung. Der nächste von beiden Sternen ist Alpha Zentauri. Und wie groß ist seine Parallaxe? So ungeheuer klein, daß sich der Laie kaum vorstellen kann, daß der Astronom diese kleine Verschiebung noch festzustellen vermag. Der Winkel bei F in Abb. 117 ist nämlich hier nur 1,5 Bogensekunden groß, das heißt, die scheinbare Verschiebung dieses Sternes durch die Ortsveränderung der Erde um 300 Millionen Kilometer beträgt nur den 1400. Teil einer Vollmondsbreite! Da man die Länge der Basis gut kennt, kann man die Entfernung des Sternes in Kilometern leicht angeben; er ist 275 000mal weiter von uns entfernt als die Erde von der Sonne, also rund 41 Billionen Kilometer*), und das Licht, das in einer Sekunde 300 000 Kilometer zurücklegt bei seiner Wanderung durch den Äther, braucht 4⅓ Jahre, um von jener nächsten Nachbarsonne bis zu uns zu gelangen. Sterne, die weiter entfernt sind als etwa 80 Lichtjahre — und nur sehr wenige stehen uns so „nahe“, können wir überhaupt nicht mehr auf ihre Entfernung hin messen. Hier setzt die Schätzung ein!

Nachdem wir uns so einigermaßen klar gemacht haben, wie es möglich ist, Entfernungen im Weltenraum zu bestimmen, wollen wir einmal versuchen, uns zu vergegenwärtigen, wie man die Größe eines Himmelskörpers ermitteln kann. Jedermann weiß, daß ein Gegenstand um so kleiner erscheint, je weiter er von uns entfernt ist. Ein Haus, das 100 Meter von uns absteht, hat eine bestimmte Höhe und Breite; vergrößern wir unsere Entfernung auf 200 Meter, so erscheint es nur noch halb so groß, und wenn wir uns 300 Meter entfernen, so sind Höhe und Breite auf ein Drittel der früheren Ausdehnung zurückgegangen. Die Ausdehnung, unter der uns ein Gegenstand erscheint, steht also in einem ganz bestimmten Verhältnis zu seiner Entfernung, und wir können aus seiner Größe, wenn sie uns bekannt ist, auf die Entfernung schließen, wie wir umgekehrt auf die Größe schließen können, wenn uns die Entfernung des Objektes gegeben ist. Mit diesen ganz allgemeinen und alltäglichen Kenntnissen ausgerüstet, wollen wir nun daran gehen, einmal die Größe des Mondes zu berechnen, dessen Entfernung wir ja kennen. Zu diesem Zwecke befestigen wir an der Scheibe unseres Fensters, zur Zeit wenn der Vollmond uns recht bequem ins Zimmer scheint, mit etwas Wachs ein Fünfmarkstück. Wir entfernen uns nun so weit vom Fenster, bis das Geldstück genau so groß erscheint wie die Mondscheibe, genau diese bedeckt. Am besten wiederholen wir die Beobachtung mehrere Male, um den Beobachtungsfehler möglichst zu beseitigen, und messen jedes-

*) 1 Billion = 1 Million Millionen.

mal genau unseren Abstand von dem Fünfmarkstück, wenn es gerade die Größe des Mondes hat. Wir werden finden, daß dies zutrifft, wenn wir 4 Meter und 20 Zentimeter vom Fenster abstehen. In einer Entfernung von 420 Zentimetern erscheint also ein Fünfmarkstück genau so groß wie der Mond. Dieser ist aber 384 415 Kilometer von uns entfernt, das sind rund 38 441 Millionen Zentimeter. Der Mond ist also demnach 91½ Millionen mal weiter von uns entfernt als das Geldstück, und da dieses ihm in einer Entfernung von 420 Zentimetern an Größe genau gleicht, so muß der Mond auch 91½ Millionen mal größer sein als die Münze. Ein Fünfmarkstück hat nun einen Durchmesser von 38 Millimetern; multiplizieren wir jetzt diese Größe mit 91½ Millionen, so erhalten wir rund 3477 Millionen Millimeter, das sind 3 477 000 Meter oder endlich 3477 Kilometer. Die Mondkugel hat also nach unserer Rechnung einen Durchmesser von 3477 Kilometern. Wie wir später sehen werden, hat der Mond in der Tat einen Durchmesser von 3480 Kilometern, unsere Rechnung stimmt also vorzüglich, und wir haben von unserem Zimmer aus auf höchst einfache Weise mit einem Zollstock und einem Fünfmarkstück, das fertig gebracht, was uns so schwierig erschien und was der Astronom mit seinen feinen Meßinstrumenten und seinen genauen mathematischen Methoden natürlich viel genauer erreicht.

Benutzen wir nun einmal die so leicht gewonnene Größe der Mondkugel, um die *Größe der Sonne* zu ermitteln. Sonne und Mond erscheinen dem Auge an Größe so gleich, daß kein Unterschied bemerkbar wird. Wäre die Sonne genau so weit von uns entfernt wie der Mond, so wäre sie also demnach auch genau so groß wie er. Der Mond ist, wie wir eben sahen, rund 384 000 Kilometer entfernt, die Sonne aber steht im Mittel 149 Millionen Kilometer von der Erde ab, ist also 388 mal ferner als der Mond. Da sie trotzdem jenem an scheinbarer Größe gleicht, so muß sie auch einen 388 mal größeren Durchmesser haben als er. Der Monddurchmesser beträgt 3480 Kilometer; multiplizieren wir diese Größe mit 388, so erhalten wir als Durchmesser der Sonne 1 350 240 Kilometer. In Wirklichkeit ist der Sonnendurchmesser zu 1 387 000 Kilometer berechnet worden, aber immerhin ist, in Anbetracht unserer ganz rohen Schätzung, der Unterschied zwischen diesen beiden Werten nicht gar zu groß. Er wird dadurch bedingt, daß der scheinbare Sonnendurchmesser, der dem des Mondes für das unbewaffnete Auge gleich zu sein scheint, um ein Einunddreißigstel größer ist als der scheinbare Monddurchmesser. Ziehen wir dies in Betracht, so wird der Fehler in unserer Rechnung verständlich. — Natürlich kann man auch andere Größen, kann man die Länge eines Kometenschweifes usw. auf ähnliche Weise ermitteln, aber die angeführten Beispiele werden genügen, um ein Bild zu geben.

Kennt man den *Durchmesser* einer Kugel, so kann man natürlich auf einfachste Weise ihren *Umfang*, die Größe ihrer *Oberfläche*, ihren

Rauminhalt usw. berechnen, und so darf es uns nicht überraschen, wenn uns der Astronom sagt, daß der Leib der Sonne über 1¼ Millionen Erdkugeln zu fassen vermag, und was ähnliche Angaben mehr sind. Ja, der Astronom ist sogar imstande, uns zu sagen, was der Mond oder was irgend ein Planet wiegt im Verhältnis zur Erdkugel. Die Anziehung, die irgend ein Himmelskörper auf einen anderen ausübt, richtet sich nach der Entfernung der beiden Himmelskörper von einander und nach ihrer Größe oder — genauer gesagt — nach ihrer Masse resp. Schwere. Wenn ein Weltkörper tausendmal mehr Masse besitzt, tausendmal schwerer ist als ein anderer, so wird er diesen auch tausendmal stärker anziehen können als jener ihn. Die Anziehungskraft, die die Sonne auf die Erde ausübt, zwingt diese, Bewegungen von ganz bestimmter Art auszuführen. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung können wir messen und können so die anziehende Kraft der Sonne feststellen; wir können somit genau die Masse oder Schwere der Sonne im Verhältnis zur Erdmasse resp. Erdschwere bestimmen. So hat man feststellen können, daß die Sonne rund 323 000 mal mehr Masse besitzt als die Erde, daß also erst 323 000 Erdkugeln, die man in eine Wageschale legt, der Sonne, die man in die andere Schale legt, das Gleichgewicht halten könnten. Mit diesem Resultat verbinden sich wieder andere! Da erst über 1¼ Millionen Erdkugeln einen der Sonne gleich großen Körper ergeben, während schon 323 000 Erdkugeln genügen, um einen der Sonne gleich schweren Körper zu bilden, so zeigt uns das, daß die Materie, aus der der Sonnenball besteht, weniger dicht sein muß als die irdische Materie. So sehen wir, wie rein mathematische, rein rechnerische Erwägungen uns auch etwas über die physikalische Beschaffenheit der Weltkörper aussagen können.

Wir haben dieses Kapitel mit einer Anekdote begonnen, die den Astronomen, der die Höhe der Mondberge gemessen haben will, der Flunkerei beschuldigt, und wir wollen zum Schluß, und nachdem wir viel schwierigere Dinge dem Verständnis näher brachten, nun auch zeigen, wie der Astronom solche Messungen ausführt. Gewöhnlich geschieht das, indem er am Fernrohr die Schatten der Mondberge mißt. Zunächst sei nebenbei gezeigt, wie man auf sehr einfache Weise aus dem Schattenwurf die Höhe eines Gegenstandes bestimmen kann. Angenommen, wir wandern durch Feld und Heide und sehen einen besonders schönen und hohen Baum, dessen Höhe zu wissen uns interessieren würde. Es ist heller Sonnenschein, und alle Gegenstände werfen klare Schatten. Nehmen wir an, wir hätten einen Spazierstock mit uns, dessen Länge uns bekannt ist, sie betrage 90 Zentimeter. Diesen Spazierstock stellen wir nun mit Hilfe einiger Steine senkrecht auf und messen alsdann die Länge seines Schattens. Angenommen, dieser Schatten sei 2 Meter 25 Zentimeter lang, d. h. 2½ mal größer als der Wanderstab selbst. Offenbar sind also in diesem Augenblick die Schatten aller senkrecht stehenden Körper 2½ mal länger als sie selbst. Messen wir nun

schnell die Länge des Baumschattens vom Fuße des Baumes bis zur Schattenspitze und finden wir sie zu 75 Meter, so wissen wir, daß der Baum 30 Meter hoch ist, denn auch sein Schatten ist zurzeit 2½ mal länger als er selbst.

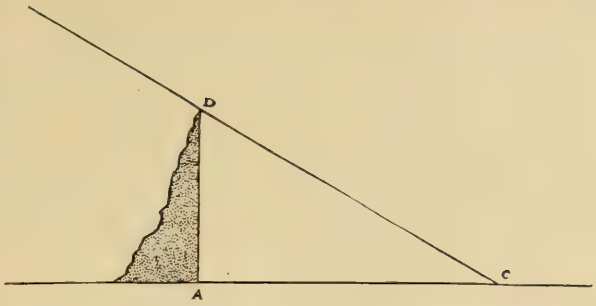


Abb. 118. Wie man die Höhe eines Berges messen kann

So sehen wir, wie unter Umständen ein Schatten uns etwas über die Größe des Gegenstandes, dem er angehört, mitteilen kann. Sehr deutlich kann der Astronom mit seinem großen Fernrohr die Schatten der Mondgebirge erkennen, wie das die Mondbilder Seite 232 u. f. zeigen. Diese Schatten sind natürlich (ganz abgesehen von der Höhe der Berge!) um so länger, je tiefer die Sonne steht, und um so kürzer, je höher sie über den Horizont der betreffenden Mondgegend emporgestiegen ist. Es sei A in Abb. 118 ein Berg auf dem Monde, der von der Sonne beschienen wird und einen Schatten wirft, dessen Ende sich bei C befindet. Der Astronom mißt in seinem Fernrohr die Länge dieses Schattens mit Hilfe der Meßfäden, die wir bei unserem „Besuch auf der Sternwarte" kennen gelernt haben. Angenommen, er findet, daß dieser Schatten den 435. Teil des Monddurchmessers lang ist; dieser beträgt aber 3480 Kilometer, der Schatten ist also 8 Kilometer lang. Offenbar trifft nun eine vom Schattenende C über die Spitze des Berges D gezogene und zum Himmel verlängerte Linie auf die Sonne; wir erhalten also ein Dreieck, indem AD die Höhe des Berges, AC die Länge des Schattens und der Winkel bei C die Höhe der Sonne gibt. Die Länge der Seite AC kennen wir, den Winkel bei A auch, er ist ein rechter, und den Winkel bei C, also die Höhe der Sonne über der betreffenden Mondgegend, kann der Astronom, der

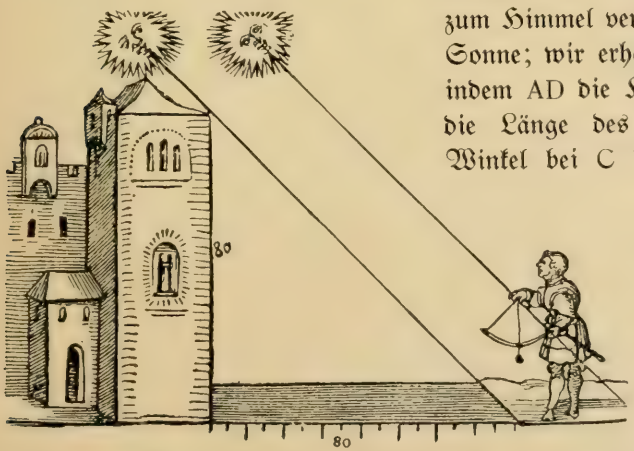
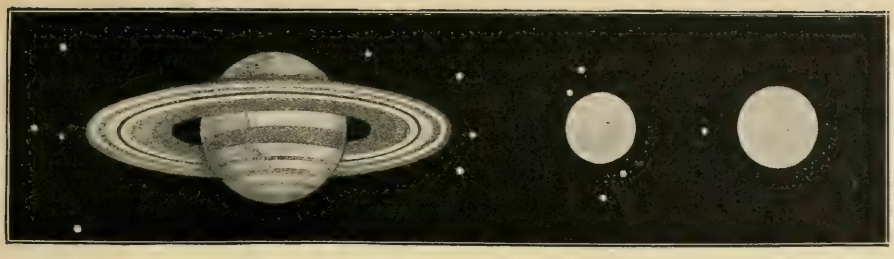


Abb. 119. Mittelalterliche Darstellung der Messung der Sonnenhöhe und der Höhe eines Gebäudes
Aus Apianus „Instrument-Buch" 1533

doch die Stellung der Körper Sonne und Mond zueinander für jeden Zeitpunkt genau kennt, leicht ermitteln. Die Sonne stehe in unserem Falle 30 Grad über jener Mondlandschaft, der Winkel bei C sei also 30 Grad, so wird die Berechnung resp. Konstruktion des Dreiecks ACD, wie wir sie zu Anfang dieses Kapitels den Nichtmathematikern empfohlen haben, ergeben, daß der senkrecht stehende Berg bei einer Schattenlänge von 8 Kilometern und einer Sonnenhöhe von 30 Grad 4619 Meter hoch ist. Wir sehen, es geht mit all diesen Rechnungen und Messungen ganz natürlich zu, und es ist wahrlich keine Hexerei im Spiele, wenn es auch auf den ersten Blick dem Laien etwas sonderbar klingen mag, daß man die Höhe der Berge auf einem Weltkörper, der sich über 384 000 Kilometer von der Erde entfernt befindet, messen kann. Hier sei übrigens noch erwähnt, daß der Astronom die Mondberge nicht so, also in ihrer Höhenausdehnung sehen kann, wie wir es in unserer Hilfszeichnung in Abb. 118 dargestellt haben. Der Astronom sieht auf die Berge sozusagen von oben herunter, oder, wenn man will, von unten herauf. Wie ein Luftschiffer, der über einen Turm hinwegfährt, von diesem nur die Plattform sieht, und sich aus dem Schatten, den der Turm wirft, ein Bild von seiner Höhe und Form machen kann, so sieht der Astronom von einem Mondberg nur einen leuchtenden Fleck und den Schatten, den die Sonne von ihm entwirft, wie es aus den Mondphotographien auf Seite 232 und folgenden hervorgeht. Da er aber nur die Schattenlänge und die Sonnenhöhe zu kennen braucht, so genügt das zur Anstellung der Höhenberechnungen.

Wir sind am Ende unserer Auseinandersetzungen! Ein großer Teil unserer Leser ist gewiß auch längst „des trockenen Tones satt". Aber wie der Weg, der uns zur freien Bergeshöhe führt, von der aus der Blick ungehindert weit hinausschweift in die Lande, sich durch dichtes Dorngestrüpp windet, das uns aufhält, uns zu entmutigen droht, so erklimmen wir die reinen Höhen der astronomischen Wissenschaft nicht, ohne durch das Wirrsal der Zahlen und Formeln gewandelt zu sein, ohne wenigstens flüchtig in das Labyrinth mathematischer Vorstellungen geschaut zu haben, in dem die astronomischen Rechner tätig sein müssen, um uns richtige Vorstellungen vom Weltgebäude und seinen Wundern zu vermitteln. Auch in diesen scheinbar dürren Zahlen liegt für den, der sich mit ihnen, mit all den interessanten Rechnungsmethoden, vertraut gemacht hat, eine gar eigene Poesie, denn sie bieten den Schlüssel dar zur Pforte, die in die Unendlichkeit führt:

Hier dringt der Blick in nie gemess'ne Weiten,
Umspannet alle Räume, alle Zeiten,
Umfaßt der Welten ungezählte Schar.
Hier kreisen rastlos Milliarden Sonnen,
Sie wälzen sich heran, sie sind zerronnen,
Und neue tauchen auf, von Licht umsponnen,
Ein Auf und Nieder, groß und wunderbar.



„Um Erden wandeln Monde,
Erden um Sonnen,
Aller Sonnen Heere wandeln
Um eine große Sonne.
— — — — — — — — —
Anbetung dir, der die große Sonne
Mit Sonnen und Erden und Monden umgab."
Klopstock.

Unsere Heimat im Weltenraum

Unsere Heimat im Weltenraum, aus der Entfernung betrachtet. Die Sonne und die acht Wandelsterne. Unser Sonnensystem eine Sternenfamilie. Auch Kometen umkreisen die Sonne. Die Entfernung der Planeten von der Sonne. Ein irdischer Maßstab für himmlische Größen. Alles dreht sich in gleicher Richtung. Die wahre Bewegung der Planeten ist einfach, die scheinbare kompliziert. Das Weltbild des Ptolemäus mit der ruhenden Erde. Die verwickelte Weltmaschinerie, und was König Alfons von Kastilien davon dachte. Kopernikus wirft die Erde aus dem Mittelpunkt der Welt. Das Jahr der Planeten. Weshalb die Planeten um die Sonne laufen. Keplers Gesetze. Größe der Sonne und der Planeten. Die Anzahl der Planeten, Monde und Kometen des Sonnensystems. Der Himmel hat Milliarden Sonnensysteme und Erden.

Ein Tropfen nur im unendlichen Ozean der Welten ist das Erdenrund! Es ist dem Schneesternchen vergleichbar, das im wilden Wirbel der Milliarden, vom Sturmwind getrieben, an uns vorbeirast und im Chaos des Ganzen verschwindet, untergeht, unsichtbar wird. Unendlich ist dieser Raum um uns her, angefüllt mit leuchtenden Welten so weit das Auge reicht. Wo in diesem Raum steht der Ball, den wir bewohnen, wo ist der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht? Verzweifeln wir nicht auf den ersten Blick, uns jemals in diesem ungeheuren Getriebe zurecht zu finden, wenn wir draußen in der Einsamkeit Stern an Stern gereiht sehen, wissend, daß hinter diesen im Fernrohr wieder und wieder neue Sterne, neue Welten auftauchen?! Aber wie wir wissen, daß diese winzigen Sternlein, diese leuchtenden Punkte in Wahrheit große Weltkugeln sind, fern der heimatlichen Erde, so erkennt der grübelnde Geist auch, daß diese Lichter nicht so dicht beieinander stehen, wie es uns scheinen will. Weite Räume liegen zwischen den mächtigen Welten; nur scheinbar drängt sich dem Auge alles so zusammen, und von einem Stern bis zu seinem Nachbar hat selbst der Lichtstrahl, der mit Vierzigtausend-Meilenstiefeln durchs Universum schreitet, Jahre, Jahrzehnte zu wandern. Wenn wir nur einen geeigneten Standpunkt im

Weltenraum einnehmen könnten, um unsere eigene Lage, unseren Heimatsort in dieser Vielheit der Welten besser überschauen zu können, wir würden uns leichter zurechtfinden. „Ach, zu des Geistes Flügeln wird so leicht kein körperlicher Flügel sich gesellen!" Könnten wir emporsteigen vom Erdenrund, höher und höher hinauf, bis der Ball, der 1500 Millionen Menschen zum Wohnsitz dient, von dem aus Sorge und Freude, Klage und Jubel 1500 millionenfach zum Äther emportönt, gleich dem Monde zu einer glänzenden Scheibe wird, zu einer im Sonnenlicht leuchtenden Kugel, die von einer kleineren, dem Monde, begleitet wird, wir würden mit einem Schlage all die Rätsel lösen können, die zu lösen die Menschheit Jahrtausende brauchte, bis ein Kopernikus kam und die Bewegung der Erde und ihrer Geschwister um den Zentralkörper der Sonne erkannte. Und stiegen wir weiter und weiter empor in den Raum, wir sähen die Erde kleiner und kleiner werden, zu einem blinkenden Stern werden, der einen gewaltig größeren, gewaltig helleren langsam umkreist in weitem Abstande. Aber wir sähen auch, daß es nicht die Erde allein ist, die, wie ein Schmetterling die Lampe, jenes flammende Gestirn umfliegt, sondern, daß in teils noch näherer, teils weiterer Entfernung dem Erdball gleichgeartete Weltkugeln den hellen Zentralstern umkreisen. Acht solcher Erden sähen wir, in weitem Abstande voneinander, in immer größeren Kreisbahnen um jenes mächtige Gestirn, das sie alle erleuchtet, schweben, und wie der Mond (aus der großen Entfernung gesehen nun nur noch ein winziges Lichtpünktchen) wieder unermüdlich das Erdensternlein umtanzt, so gewahrten wir auch bei den anderen Erden kleine Trabanten, zumeist deren mehrere, die ihre Erde umwandern. Außer diesem flammenden Zentralstern mit seinen acht Erden und deren Monden, würden wir keine auffälligen Sterne weiter in der Nähe sehen; all das schwebte frei im Raum, und umgeben in weiter Ferne von all den Sternen, die wir auch am Himmel der Erde allabendlich sehen können.

Es ist unsere Heimat im Weltenraum, was wir da im Geiste, von den Flügeln der Phantasie emporgetragen, tief unter uns im Raume schweben sehen; es ist unsere Heimat: die Sonne mit ihren Planeten und deren Monden, ist unser „Sonnensystem".

Wir werden später sehen, daß jene Millionen Sterne, die am Himmel funkeln, Sonnen sind gleich der unsrigen, leuchtende, im Glühzustande befindliche Weltkugeln von außerordentlicher Größe, die sehr wahrscheinlich wie die Sonne von dunkeln, kleineren Bällen umkreist werden, wie die Erde einer ist. Solcher Weltkörpergruppen, solcher Sonnen mit Planeten, oder wie man sich ausdrückt, solcher Sonnensysteme, gibt es demnach zu Millionen im Weltenraum. Ein jedes dieser Sonnensysteme bildet sozusagen eine in sich geschlossene Provinz im großen Reiche der Urania, und so ist unser Sonnensystem in der Tat unsere Heimat im Weltenraum. Jenseits seiner Grenzen beginnt der leere Raum, und erst in weiter, weiter Ferne beginnen neue Reiche.

Abb. 120. Das Planetensystem

Im Mittelpunkt steht die Sonne, um sie herum bewegen sich in kreisähnlichen Bahnen die Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, der Schwarm der Planetoiden oder Asteroiden, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Auch die Bahn eines Kometen (Halley) ist mit eingezeichnet. — Des Raummangels wegen sind die Abstände der Planeten voneinander und von der Sonne hier nicht im richtigen Verhältnis dargestellt. Siehe diesbezüglich Abb. 121

Acht große Wandelsterne oder „Planeten“ also umschweben die Sonne; sieben Geschwister hat die Erde, und diese sieben Gestirne sehen wir natürlich gleichfalls als leuchtende Sterne am Himmelszelt, nur behalten sie nicht ihren Stand wie die Fixsterne, die ja miteinander wohlbekannte Sternbilder und Konfigurationen bilden, welche heute noch genau so aussehen, wie sie die Leute vor Jahrtausenden sahen, und die auch nach aber Jahrtausenden noch nicht wesentlich andere Formen haben werden, da die Sterne, die sie zusammensetzen, sich inzwischen nicht weit voneinander fortbewegt haben. Die Planeten hingegen, die ihre Kreise um den Sonnenball beschreiben müssen, laufen langsam unter den Fixsternen am Himmel weiter, und eben diese Bewegung und ihr ruhiges Licht unterscheidet sie schon dem freien Auge von den übrigen Sternen des Firmaments.

Abb. 120 zeigt uns eine Karte unserer Heimat im Weltenraum, eine Darstellung des Sonnensystems. Im Mittelpunkt steht die Sonne, und um sie herum bewegen sich in annähernd kreisförmigen Bahnen die Planeten. Auch eine ganze Anzahl Kometen umkreist die Sonne, von denen die Bahn des einen, des „Kometen Halley“, in Abb. 120 sichtbar ist. Von diesen Schweifsternen aber soll an anderer Stelle berichtet werden. Der Sonne am nächsten steht der Planet Merkur. Er beschreibt den innersten, kleinsten Kreis um die Sonne und ist 58 Millionen Kilometer von ihr entfernt. Fast noch einmal so weit ist der nächste Planet von der Sonne entfernt, die Venus. 108 Millionen Kilometer trennen ihn vom Sonnenmittelpunkt. Als hell glänzender „Abendstern“ und „Morgenstern“ ist er ein auffälliges Objekt an unserem Himmel. Es folgt dann unsere Erde, die 149 Millionen Kilometer jenseits der Sonne ihre Straße zieht. Ihre Bahn wird umschlossen von der des nächsten äußeren Planeten, von der des Mars. Dieser rötlich leuchtende Nachbar der Erde bleibt 227 Millionen Kilometer von der Sonne fern. Nun kommt eine gewaltige Lücke im Sonnensystem, die man früher ganz leer wähnte; auf unserer Karte ist sie mit Punkten ausgefüllt, und wir werden später sehen, daß in diesem Raum eine große Anzahl unendlich winziger Weltkörperchen kreist, die man „Planetoiden“ nennt und die vielleicht die Trümmer eines einzigen großen Planeten sind, der vor Äonen von Jahren durch irgend ein uns unbekanntes Ereignis zerschellte.

In weiter Entfernung vom Mars, fern, fern der wärmenden Sonne, kreist als fünfter Hauptplanet der größte aller Erdensterne, der mächtige, glänzende Jupiter; über 770 Millionen Kilometer liegen zwischen ihm und dem Sonnenball, der von dort aus gesehen schon recht klein erscheinen muß. Noch fast einmal so weit als Jupiter ist der nächste Planet, der mit Ringen geschmückte Saturn von der Sonne entfernt; 1425 Millionen Kilometer liegen zwischen ihm und ihr. — Die bis jetzt betrachteten Planeten sind helle Sterne, sie waren schon den Alten bekannt, da

sie — von der Erde natürlich abgesehen — mit freiem Auge am Himmel gesehen werden können. Der nun folgende Wandelstern, der Uranus hingegen, ist so weit von der Sonne entfernt, daß er nur als ein kleines, dem freien Auge nicht auffälliges Sternlein erscheint; er wurde erst 1781 von Herschel entdeckt und steht der Sonne genau noch einmal so fern als der Saturn, nämlich 2860 Millionen Kilometer. Den äußeren Abschluß und den Grenzstein des Sonnenreiches bildet der achte Planet, Neptun, der, dem freien Auge stets unsichtbar, erst 1846 auf rechnerischem Wege von dem Franzosen Leverrier entdeckt und von Galle in Berlin am Himmel aufgefunden wurde. Nahezu 5000 Millionen Kilometer jenseits der Sonne, in grauer Dämmerung, zieht der Neptun seinen ungeheuren Kreis um das Tagesgestirn.

Auf Abb. 120 konnten aus räumlichen Gründen die Planeten nicht im richtigen Entfernungsverhältnis eingezeichnet werden, dies ist indessen in Abb. 121 nachgeholt, aus der wir ersehen, daß in der Nähe der Sonne die Wandelsterne enger beieinander stehen als in der weiteren Entfernung. Immerhin ist es schwer, sich bei den riesenhaften Entfernungen im Weltgebäude eine richtige Vorstellung von den Entfernungsverhältnissen zu machen; vielleicht werden die Raumverhältnisse in unserem Planetensystem verständlicher, wenn wir sie auf irdische Strecken übertragen. Nehmen wir z. B. einmal an, die Sonne stände in Berlin, und Merkur, der ihr nächste Planet, der, wie wir erfuhren, 58 Millionen Kilometer von der Sonne absteht, befände sich in Dresden. In demselben Verhältnis plaziert, käme dann die Venus in Pilsen zu stehen, die Erde in der Nähe von Ingolstadt, der Mars stände schon in den Tiroler Alpen beim Brenner, und Jupiter müßten wir bei der Stadt Tripolis im nördlichen Afrika unterbringen. Saturn stände dann mitten drin im dunklen Erdteil, beim Tschadsee, der Uranus wäre in unserer südafrikanischen Kolonie, im Ovambolande, zu suchen, und Neptun endlich stände tief unten an der Grenze des antarktischen Meeres, etwas nördlich vom Südpolarkreis.

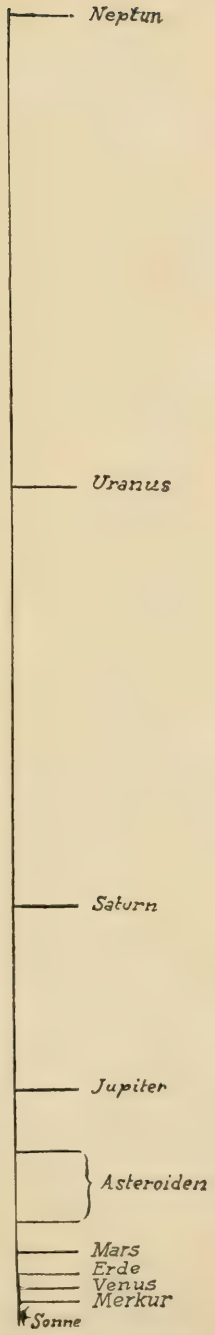


Abb. 121. Entfernung der Planeten von der Sonne im richtigen Verhältnis dargestellt

Wie schon gesagt, bewegen sich die Planeten in nicht stark von der Kreisform abweichenden Ellipsen

um die Sonne, und zwar alle in derselben Richtung, die durch die Pfeile in Abb. 120 angedeutet wurde. Auch fast alle Monde der Planeten, unser Erdmond eingerechnet, bewegen sich in derselben Richtung um ihre Planeten, und die Sonne sowohl wie die Erde und die anderen Planeten drehen sich auch in der nämlichen Richtung um ihre eigene Achse. In Abb. 122 ist zum besseren Verständnis des Gesagten durch Pfeile sowohl die Rotation der Erdkugel wie ihre Bewegungsrichtung um die Sonne und die Richtung, in der sich der Mond um die Erde schwingt, angegeben, und wir sehen, daß all diese Pfeile im gleichen Sinne gerichtet sind. All diese Bewegungen erfolgen von Westen nach Osten, wie man es an der täglichen Drehung der Erde und an der Bewegung des Mondes am Himmel leicht beobachten kann. Wenn wir in einem Gefäß mit Wasser eine Anzahl Holzstückchen alle in der nämlichen Richtung sich im Kreise herumbewegen sehen, so werden wir daraus schließen, daß die Wassermasse durch etwas in gleichmäßige Rotation versetzt worden ist, an der naturgemäß all die darauf schwimmenden Körper Anteil nehmen müssen. Einen ähnlichen Schluß läßt auch die gleichmäßige Bewegung der Planeten und Monde im Sonnensystem zu; sie läßt vermuten, daß zur Zeit, als dieses mächtige Sterngetriebe entstand, die Materie, die es bildete, eine der heutigen entsprechende gleichmäßige Bewegung hatte. Wir werden in einem späteren Kapitel auf diese interessante Frage noch zurückkommen.

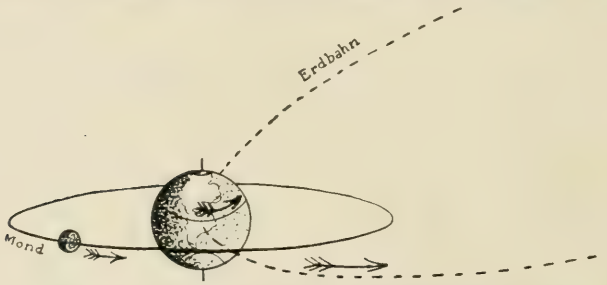


Abb. 122. Die Rotation der Erde um ihre Achse ihr Lauf um die Sonne und die Bewegung des Mondes um die Erde sind gleich gerichtet. (Siehe die Pfeile.)

Einem göttlichen Wesen, das weit über dieser Sternenfamilie im Raum schwebt, erschiene die ganze Bewegung der Planeten um die Sonne recht einfach; es sähe eben die Körper, die näheren schneller, die ferneren langsamer weite Kreise um die Sonne ziehen. Ganz anders aber sieht sich das von der Erde an, die ja selber wiederbewegt ist, und für deren Bewohner sich die Eigenbewegung der Erde und die Bewegung der Planeten am Himmel zu mehr oder weniger verzwickten Kurven zusammensetzen, die noch dadurch besonders kompliziert werden, daß die Erde bald langsamer, bald schneller im Verhältnis zu den anderen Planeten zu laufen scheint, bald sich auf sie zu, bald von ihnen fortbewegt, wie man es sich leicht an Abb. 123 klar machen kann, in der S die Sonne, A die Erde und B einen Planeten vorstellen soll.

Da die Erde in ihrem kleineren Kreis schneller läuft als dieser Planet, etwa der Mars, so müssen, wie jeder bei einigem Nachdenken finden wird, die eben geschilderten Bewegungsverschiebungen eintreten. So kann die Erde einen anderen Planeten in seinem Lauf überholen und hinter ihm zurückbleiben. Der Planet scheint uns dann am Himmel bald vorwärts, bald zurück zu laufen oder gar still zu stehen, und aus all diesen Bewegungen wird schließlich, wenn wir die Bewegung eines Planeten am Himmel im Laufe einiger Monate verfolgen und aufzeichnen, eine nicht ganz einfach zu verstehende Kurve, wie es etwa Abb. 124 erkennen läßt.

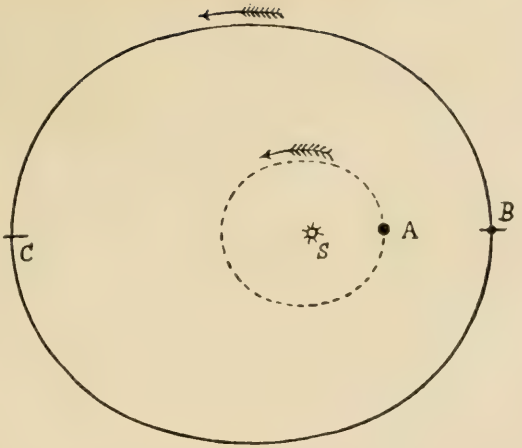


Abb. 123. Veränderliche Stellung zweier Planeten zueinander

Wir verstehen, daß es den Alten Schwierigkeiten machen mußte, die Bewegung der Planeten zu begreifen, weil sie glaubten, die Erde stehe unbeweglich im Weltenraume still und alles bewege sich um sie, den Mittelpunkt der Welt, herum. Vor Kopernikus galt das Weltbild des Ptolemäus, wie es Abb. 125 zeigt. Im Mittelpunkt die ruhende Erde, und um sie herum in immer größeren Abständen der Mond (☾), der Merkur (☿), die Venus (♀), die Sonne (☉), der Mars (♂), der Jupiter (♃) und der Saturn (♄). Die äußersten Planeten Uranus und Neptun waren damals noch nicht entdeckt, und jenseits der Bahn des Saturn dachte sich Ptolemäus die große Hohlkugel, an der die Fixsterne befestigt waren. Es war außerordentlich schwierig, für die

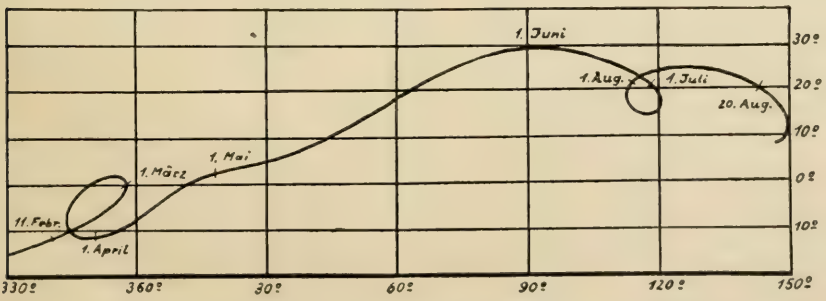


Abb. 124. Scheinbare Bewegung des Planeten Merkur vom 10. Februar bis 20. August 1885

Anhänger dieses Ptolemäischen Weltsystems die verwickelten Bewegungen, die die Planeten zeigen, und die, wie wir eben sahen, dadurch hervorgerufen werden, daß sich die Erde selbst wieder bewegt, zu erklären, da ja in diesem Weltsystem der Erdball unbeweglich im Mittelpunkte der Welt ruhte und sich nicht um seine Achse drehte. So hatten denn die Alten eine außerordentlich komplizierte Maschinerie nötig, die sich sozusagen hinter den Kulissen des großen Welttheaters befinden mußte, viele durchsichtige Sphären, an denen die Himmelskörper befestigt waren, und die sich in verwickelter Weise in- und umeinander bewegen mußten, mit Hauptkreisen und Nebenkreisen, just so, wie sie heute etwa ein Mechaniker oder Uhrmacher verwenden müßte, um in einer großen Kunstuhr die Bewegung von Sonne, Mond und Planeten hervorzubringen. (Siehe auch Abb. 2.) Als König Alfons von Kastilien, der um die Mitte des 13. Jahrhunderts regierte und ein großer Freund der Sternkunde war, sich in dieses Weltsystem vertiefte, sagte er zu seiner Umgebung, er hätte die Weltkörper sich nach einfacheren Methoden bewegen lassen; ein Ausspruch, der ihm den Thron kostete, da er den Geistlichen als eine böse Gotteslästerung erschien, ihnen, die so verblendet waren, ein Rühren an die Vorstellung, die Erde sei das Herz der Welt (da hier der Heiland gelitten habe, hier sich Gottes Schöpferkraft geoffenbart), für unchristlich zu halten, als ob nicht der gewaltige Weltbau, wie wir ihn heute kennen, die Größe eines Schöpfers weit herrlicher erscheinen ließe!

Nikolaus Kopernikus (Abb. 20)*) riß die Erde aus dem Weltmittelpunkt. Die ungeheure Klarheit und Einfachheit seiner Lehre ging wie helles Leuchten durch die Welt: Die Sonne steht still; die Planeten, die Erde nicht ausgenommen, bewegen sich um die Sonne, und der tägliche Umschwung des ganzen Sternhimmels ist nur scheinbar, ist das Abbild der täglichen Drehung der Erde um ihre Achse! Freilich, auch dieser große Gedankengang fand seine Gegner, fand Einwände mancherlei Art. Man meinte, man müsse doch von dieser Bewegung der Erde etwas fühlen, müsse doch körperlich darunter leiden, wenn sich die Erde wie ein Kreisel um ihre Achse drehe. Man konnte sich eben, an unvollkommene irdische Bewegungsvorrichtungen denkend, keine rechte Vorstellung von einer frei im leeren Weltraum schwebenden, sich drehenden Kugel machen. Aber langsam, langsam breitete sich das Licht über die Welt aus, um nie wieder zu verlöschen.

Die Zeit, die ein Planet braucht, um einmal seine Reise um die Sonne zu vollenden, nennen wir sein Jahr. Je weiter der betreffende Stern von dem strahlenden Mittelpunkt dieses Sternsystems absteht, je größer also seine

*) Nikolaus Kopernikus wurde 1473 zu Thorn geboren und starb 1543 zu Frauenburg, wo er Domherr war; hier hatte er bereits 1507 sein Weltsystem entworfen, aber erst einige Monate vor seinem Tode erschien sein Werk im Druck.

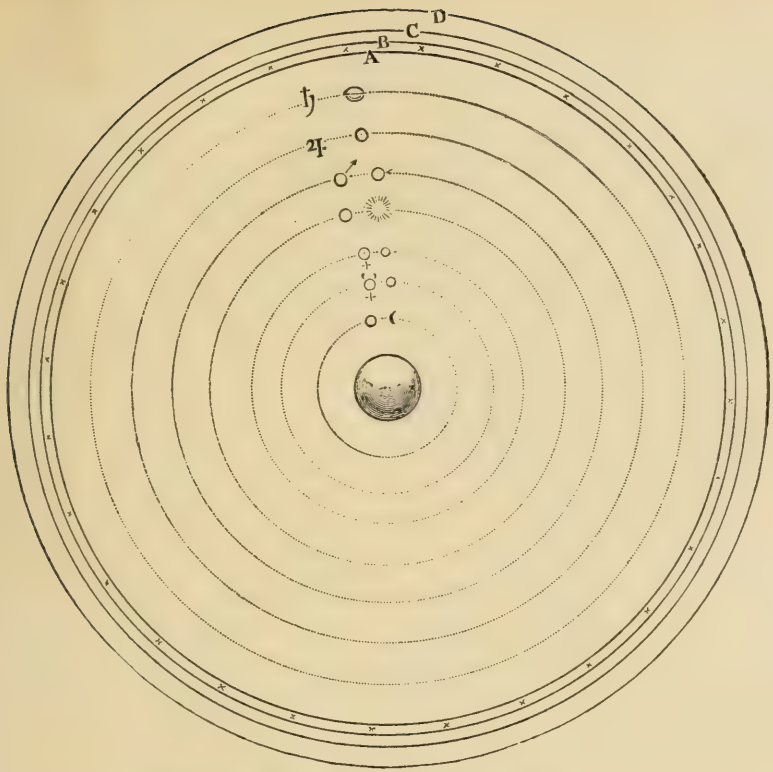


Abb. 125. Das Weltsystem des Ptolemäus
Hier steht die Erde im Mittelpunkt der Welt und um sie herum bewegen sich Sonne, Mond und Planeten

Bahn ist, um so länger ist natürlich auch sein Jahr. So bewegt sich Merkur schon in 88 Tagen einmal um die Sonne, die Venus braucht dazu 225, die Erde 365 Tage. Mars vollendet seine Reise erst in 1 Jahr und 322 Tagen, Jupiter gar erst in 11 Jahren und 315 Tagen, und das Jahr des Saturn währt 29½ unserer Jahre. Uranus hat erst in 84 Jahren einmal seinen Zirkeltanz um die Sonne vollendet, und Neptun endlich braucht nicht weniger als 164⅔ Jahre, um seine ferne, gewaltige Bahn einmal zu durchmessen. Wären Menschen von unserer Lebensdauer auf jener Welt vorhanden, so könnten sie im besten Falle da nur ein halbes Jahr alt werden, nur einen Sommer oder einen Winter erleben! Was für seltsame Perspektiven doch das weitere Ausspinnen einer solchen Betrachtung eröffnet! Wie glücklich wären — um nur eins zu erwähnen — die zu Beginn des Sommers dort Geborenen daran, gegenüber denen, die nur einen Neptun-Winter zu erleben hätten! — Die ferneren Planeten bewegen sich auch viel langsamer als die der Sonne näheren. So legt der Merkur bei seinem Lauf um die Sonne in jeder Sekunde

Abb. 126. Claudius Ptolemäus
Nach einem französischen Stich des XVII. Jahrhunderts

47½ Kilometer zurück, die Erde deren 29½ und der Jupiter nur 13. Neptun gar bewegt sich in der Sekunde nur um 5½ Kilometer vorwärts. Diese immer geringer werdende Bewegung der Planeten bei größerer Entfernung von der Sonne wird dadurch bedingt, daß diese die Körper um so weniger stark anzieht, je ferner sie ihr stehen.

Hier taucht nun wohl die Frage auf, wie es denn überhaupt kommt, daß sich die Weltkörper umeinander bewegen, daß sich der Mond um die Erde, diese sich um die Sonne bewegt und so fort. Was zwingt denn diese Körper, so und nicht anders in immer genau gleicher Zeit ihren Zentralstern zu umkreisen, sind sie doch nicht durch Achsen oder Fäden, wie der Ball, den der Knabe um sich herumschwingt, mit dem Zentralkörper verbunden! Warum eilt die Erde, eilt der Mond nicht geradlinig im Raum fort, ohne Rücksicht auf die anderen Körper? Zunächst wissen wir, daß die Körper einander anziehen. Diese Gravitations- oder Anziehungskraft, deren Gesetze der große Engländer Isaac Newton (Abb. 74) gefunden hat, wohnt jedem Weltkörper inne und ist um so stärker, je größer der Weltkörper ist, oder besser gesagt, je schwerer er ist. Daher wird der kleine Mond die große Erde sehr wenig zu sich hinziehen können, während die Erde den Mond ganz in ihren Bann zwingt. Und weil die Sonne unendlich viel mächtiger ist als die Planeten, so sind jene gezwungen, sich ihr untertan zu machen. Was nun im letzten Grunde die Anziehungskraft ist, wie es der Körper anfängt, einen anderen zu sich „hinzuziehen", das wissen wir nicht. Aber auch das Wesen der Elektrizität und des Magnetismus ist uns ja unbekannt, und doch kennen wir die Gesetze beider Kräfte recht gut und arbeiten in der Praxis mit ihnen. Sehen wir nun zu, wie die kreisähnlichen Bahnen der Planeten zustande kommen.

Ein Boot, das wir auf dem Wasser treiben sehen, gehorcht, genau betrachtet, zwei Kräften, der Kraft des Ruderers und der Kraft des Stromes. Beide Kräfte vereinigen sich und das Boot wird daher einen Mittelweg einschlagen. Wenn auf eine Billardkugel K in Abb. 127 ein Stoß geführt wird, der sie nach A treibt und im gleichen Moment ein noch

einmal so kräftiger Stoß, der sie nach B treibt, so gehorcht die Kugel beiden Kräften gleichzeitig und wandert nach C (sie beschreibt die Diagonale K-C des Parallelogramms K A C B K). Nun, auch die Planeten bewegen sich unter dem Einfluß zweier Kräfte! Der Erde wohnt eine gewisse Eigenbewegung inne, die sie immer geradeaus in den Raum hinaus weiterfliegen ließe, wenn nicht wieder die Anziehungskraft der Sonne das verhinderte. Wäre dagegen nur die Anziehungskraft der Sonne vorhanden, so stürzte die Erde direkt auf die Sonne zu und fiele in sie hinein. Beide Bewegungen aber vereinigen sich, und es entsteht so die kreisähnliche Bahn. S in Abb. 128 sei die Sonne und E die Erde. Wirkte die Eigenbewegung der Erde allein, so käme sie nach einer gewissen Zeit beim Punkte a an, wirkte die Anziehung der Sonne allein, so käme sie nach derselben Zeit beim Punkte b an. Beide Kräfte wirken zusammen, und die Erde läuft nach c. Ihre Eigenbewegung, die sie immer geradlinig weitertreiben würde, zwänge sie jetzt nach d zu fliegen, die Sonne risse sie nach e, und so eilt sie, beiden folgend, nach f. Statt nach g oder h, rollt sie aus demselben Grunde nach i, und so kommt schließlich die Kreisbahn zustande. Kepler war es, der die Gesetze, nach denen sich die Planeten bewegen, erkannte und (1609—1619) sie in seinen drei berühmten Sätzen niederlegte.

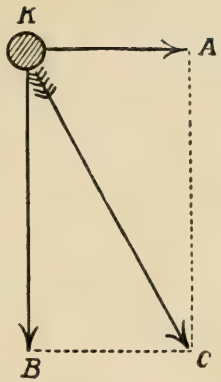


Abb. 127. Parallelogramm der Kräfte

Das erste der Keplerschen Gesetze besagt, daß sich die Planeten nicht in Kreisen um die Sonne bewegen, sondern in Ellipsen. Die Sonne steht nicht im Mittelpunkt dieser Bahn, sondern in einem „Brennpunkte" der Ellipse. In Abb. 254 ist eine solche Ellipse dargestellt. Der mit S bezeichnete Punkt ist der eine Brennpunkt. Wir sehen, daß ein Körper, der in solcher Bahn die Sonne S umwandert, seinen Abstand von der Sonne ändert.

Das zweite Gesetz legt vor allem dar, daß die Geschwindigkeit der Planeten bei ihrer Wanderung um die Sonne in den verschiedenen Entfernungen von der Sonne verschieden groß ist. Sie müssen in der Sonnennähe schneller vorwärts eilen als in der Sonnenferne.

Das dritte Gesetz bringt sehr interessante Beziehungen zwischen Sonnenentfernung und Umlaufszeit um die Sonne bei den einzelnen Planeten zum Ausdruck. Wir wollen uns das an einem Beispiel klarmachen. Der Merkur braucht rund 88 Tage, um einmal um die Sonne zu laufen, die Erde rund 365 Tage. Wenn wir nun jede der beiden Zahlen mit sich selbst multiplizieren, so erhalten wir die Werte 7744 und 133 225. Die letzte Zahl ist rund siebzehnmal größer als die erste.

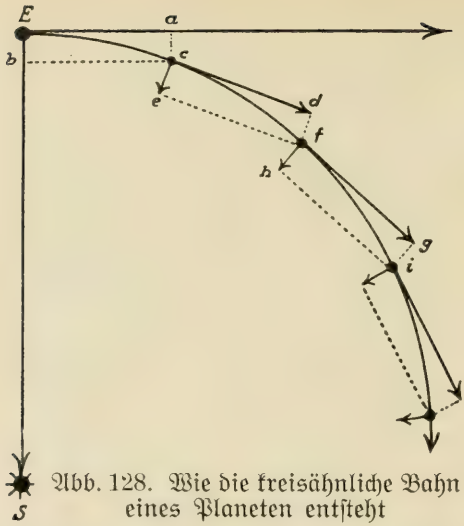


Abb. 128. Wie die kreisähnliche Bahn eines Planeten entsteht

Nachdem wir so das Verhältnis der beiden Umlaufszeiten betrachtet haben, wollen wir das der Sonnenentfernungen ansehen. Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt, in Millionen Kilometer ausgedrückt, für Merkur 58, für die Erde 148½. Multiplizieren wir jetzt beide Zahlen dreimal mit sich selbst, so erhalten wir die Werte 195 112 und 3 274 760. Überraschenderweise ist das Verhältnis beider Zahlen zueinander ebenfalls wieder nahezu 1 zu 17. Immer verhalten sich, wie Kepler fand, die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten ebenso zueinander, wie die Kubikzahlen der Sonnenabstände.

Man kann auf diese Weise von den bekannten Zahlen und Verhältnissen auf die teilweise noch unbekannten eines neu entdeckten Planeten schließen. Angenommen, wir entdecken heute einen Planeten und können seine Entfernung von der Sonne messen. Sie betrage 445 Millionen Kilometer. Vergleichen wir nun die Kubikzahl davon mit der Kubikzahl der Sonnenentfernung der Erde, so erhalten wir das Verhältnis 1 : 27. Daraus können wir sofort die Umlaufszeit des neuen Gestirns um die Sonne berechnen, denn sie muß im Quadrat ebenfalls wieder 27 mal größer sein als die quadrierte Umlaufszeit der Erde. Führen wir die kleine Rechnung aus, so erhalten wir 1897 Tage als Umlaufszeit des neuen Planeten.

Der riesenhafte Sonnenball ist die ungeheure Triebfeder dieser Sternenfamilie, ihrer enormen Kraft und Größe ordnet sich alles unter. Ein Blick auf Abb. 4 zeigt uns das Größenverhältnis der Sonne und der Planeten zueinander. Sie alle zusammen, in den hohl gedachten Sonnenleib hineingefüllt, würden nur den 560. Teil desselben füllen!

Acht große Planeten, mit zusammen 27 Monden, über 950 kleine Planeten oder Planetoiden und eine ganze Anzahl Kometen bilden die Familie der Sonne. Und von all dem würden wir nichts wahrnehmen, wenn wir uns so weit von diesem Sonnensystem entfernten, wie die Fixsterne von uns entfernt sind. Nichts hindert uns, anzunehmen, daß auch in jenen Milliarden Sonnensystemen Milliarden Erden mit Milliarden belebter Wesen vorhanden sind. Ihre Existenz anzunehmen, ist auf jeden Fall minder absurd, als zu glauben, die Erde wäre der einzige Leben tragende Ort im Universum! Ein neuer Mittelpunktswahn, den ein neuer Kopernikus zerstören müßte!

Entfernungen und Größen im Sonnensystem

Name u. Zeichen des Planeten	Entfernung von der Sonne in Millionen Kilometern	Umlaufszeit um die Sonne	Mittlere Geschwindigkeit beim Lauf um die Sonne per Sekunde	Äquatordurchmesser in km	Masse im Verhältnis zur Erde (Erde = 1)	Volumen im Verhältnis zur Erde (Erde = 1)	Rotationszeit	Anzahl d. Monde
Merkur ☿	58	87,9 Tage	47,5 km	4 816	0,06	0,05	88 Tage (?)	0
Venus ♀	108	224,7 „	34,8 „	11 969	0,78	0,97	225 „ (?)	0
Erde ♁	149	365,25 „	29,6 „	12 756	1,00	1,00	23h 56m 0,4s	1
Mars ♂	227	1 J. 322 „	24 „	6 745	0,10	0,15	24h 37m 23s	2
Planetoiden ☼	218—800	1,8—12 Jahre	21—14	770—1	—	—	?	—
Jupiter ♃	777	11 J. 315 T.	13 km	143 757	309,8	1279	9h 55m 37s	9
Saturn ♄	1424	29 „ 167 „	9,5 „	122 000	92	719	10h 14m 24s	10
Uranus ♅	2864	84 „ 7 „	6,7 „	50 200	13,5	69	?	4
Neptun ♆	4487	164 „ 280 „	5,4 „	55 500	16,4	54	?	1

	Entfernung von der Erde	Umlaufszeit um die Erde	Durchmesser	Masse im Verhältnis zur Erde (Erde = 1)	Rotationszeit
Sonne ☉	149 Mill. Klm.	—	1 387 000 Klm.	333 400	25 Tage.
Mond ☾	384 415 „	27 Tage 7 Std. 43 1/6 Min.	3 480 „	0,0125	(Wie Umlaufszeit)

Die Erde als ruhender Mittelpunkt der Welt
Um sie herum Mond, Sonne und Planeten, die sich um sie drehen
Nach einer Darstellung aus dem XVI. Jahrhundert

Die Sonne tönt nach alter Weise
In Brudersphären Wettgesang
Und ihre vorgeschrieb'ne Reise
Vollendet sie mit Donnergang.
Ihr Anblick gibt den Engeln Stärke,
Wenn keiner sie ergründen mag,
Die unbegreiflich hohen Werke
Sind herrlich, wie am ersten Tag.

Goethe

Sonne und Sonnenkräfte

Was die Sonne vermag. Alles durch die Sonne. Die Sonne treibt alle Räder, Eisenbahnen und Schiffe. Die Sonne und der Niagarafall. Direkte Ausnutzung der Sonnenwärme durch Sonnenmotoren. Die Leuchtkraft der Sonne. Die Temperatur der Sonne. Wie man die Temperatur der Sonne gemessen hat. Die Quellen der Sonnenwärme. Auch die Sonne muß erlöschen. Die Größe der Sonne. Die Beschaffenheit der Sonnenoberfläche. Die Granulation. Von den Sonnenflecken. Sonnenflecke und irdische Erscheinungen. Drahtlose Telegraphie zwischen Sonne und Erde. Die Sonnenkorona. Die Protuberanzen. Die Sonnenfackeln. Die Konstitution der Sonne. Woraus die Sonne besteht. Eine gruselige Perspektive.

Ueber Berg und Tal rollt der Sonnenwagen unablässig; bald ist er hoch droben auf der Anhöhe, bald drunten in der Tiefe. Und wenn in ihm der Sonnengott strahlend und blendend über die Höhe rollt, treffen uns seine sengenden Pfeile und erwärmen die alte starre Erde, sie schmückt sich mit rauschenden Kränzen und duftenden Blumen und überall klingt und singt es, draußen und auch drinnen, in den Herzen der Menschen, und es ist Sommerluft! Gleitet er aber abwärts, der Sonnenwagen, tief hinab in das Tal, dann verschwindet er in den Nebeln, und seine Pfeile sind matt und stumpf und zünden nicht. Dann welken die Blumen, verdorren die Kränze, und nur der Nordsturm brüllt durch die Lande. Kristallene Burgen bauen sich auf, es regnet glitzernde Nadeln, und die weiße Decke legt sich über die Erde. Die Menschen ziehen sich zurück in die schützende Feste der Stadt und erwarten des Winters Ende, das Aufwärtssteigen des leuchtenden Wagens. Zur Frühlingszeit, da steigt des Sonnengottes Wagen empor und aufs neue schmückt sich die Erde. Der Winter und seine Mannen fallen ihm vergebens in die Speichen, schleudern vergebens ihre im Frost erklingenden kristallenen Geschosse, und der rauhe Nord tobt vergebens dazwischen. Des Sonnengottes Pfeile treffen, und des Winters Heere weichen vor der Helle und Wärme grollend zurück in die Regionen der Pole. Alle Jahre erleben wir

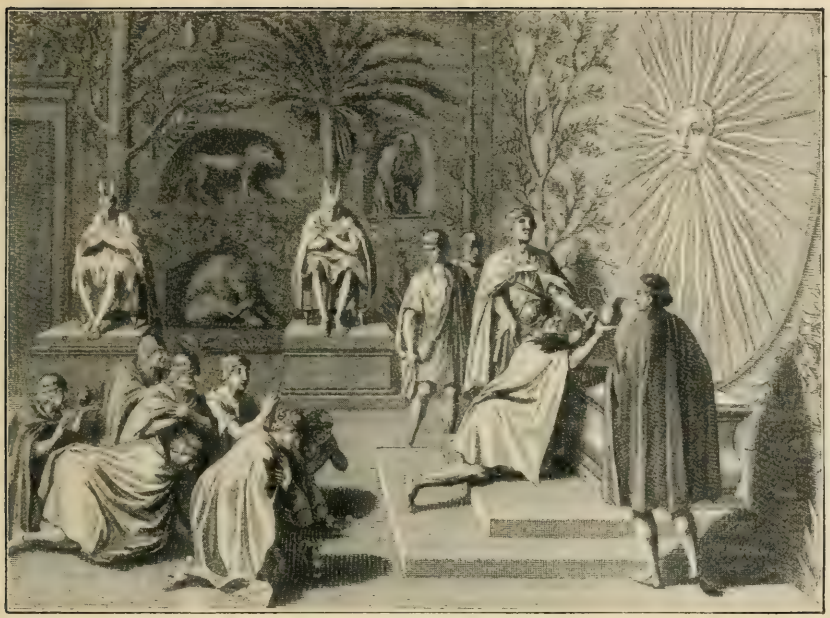


Abb. 129. Anbetung der Sonne bei den Inkas
Aus „Cérémonies et coutumes religieuses des peuples idolâtres“ Bernh. Picart 1723

es wieder und alle Jahre ist's uns gleich neu, gleich interessant, dieses Kommen des Frühlings. Ein neues Leben, neue Kraft scheint auch in uns zu pulsen, wenn jener Feuerball dort droben aufwärts steigt. Es ist keiner so alt, der sich nicht verjüngt fühlte, und keiner so krank, der nicht neuen Mut verspürte, wie es denn ja auch unbestreitbar ist, daß mit dem Wiedererwachen des Sommers der allgemeine Gesundheitszustand des Volkes sich bessert. Sehen wir genau zu, so zeigt es sich, daß überhaupt alle Kräfte in uns umgeformte Sonnenkraft sind. Denn der Mensch ist, was er ißt! Alles aber, was wir essen, wächst, wird und gedeiht im Strahl der Sonne. Keine Pflanze vermag ohne Sonnenlicht und Wärme zu wachsen und jedes Tier ist wieder auf die Pflanzen angewiesen, ob es sich nun ausschließlich von ihnen nährt oder ob es von anderen Tieren lebt, die schließlich wieder Pflanzen zum Aufbau ihres Körpers verwenden. Aber Sonnenlicht und Sonnenwärme sind ja auch direkt zur Aufrechterhaltung jeder höheren Lebenstätigkeit nötig, und so sehen wir ein, daß in letzter Linie alle Muskelkraft der Tiere und Menschen *umgeformte Sonnenenergie* ist. Und nicht nur die Kraft der Muskeln! Auch die Verstandeskräfte, die ich aufwende, diese Auseinandersetzung zu schreiben, die der Leser aufwendet, sie zu verstehen, entstammen — wenn wir bis an das Ende gehen — jener 150 Millionen Kilometer entfernten Feuerkugel droben am Firmament!

Dieser Stern, den wir Sonne nennen, ist das Herz, die Triebfeder des ganzen Planetensystems. Dennoch ist er ein Fixstern wie alle anderen, der

Firstern, den wir umkreisen. Aus großer Ferne gesehen ist auch er ein flimmerndes Lichtpünktchen gleich all den Tausenden da droben. — Die Sonne ist sozusagen das mächtige Herdfeuer, das alle Kessel heizt und fast alle Kräfte auf Erden und auf den anderen Planeten stammen von ihr. Wir können es verstehen, daß sehr intelligente und kultivierte Völker wie die alten Inder und wie die mexikanischen Ureinwohner, zur Sonne beteten. (Abb. 129.)

Die Astrophysik ist auch imstande gewesen, die Hitze, die dieser ungeheure Feuerherd entwickelt, zu berechnen und die Kräfte zu messen, die von ihm ausgehen. Wir wissen, daß die Oberfläche der Sonnenkugel 6500—7000 Grad heiß ist, und ihr Licht gleich dem von 1400 Quadrillionen Kerzen. Die Wärmemenge, die die Erdkugel innerhalb eines Jahres von der Sonne zugestrahlt erhält, reicht hin, um einen die Erde rings umgebenden Eispanzer von annähernd 54 Meter Höhe resp. Dicke zu schmelzen. Aber nur der 2735-millionste Teil der von der Sonne ausgestrahlten Gesamtenergie kommt unserer Erde zugute; fehlte diese, so würde aus dem fruchtbaren Planeten mit seinem tausendfachen Leben, seinen rauschenden Wäldern, seinen fruchtbaren Ebenen, ein toter, starrer Gesteinsball, denn die mittlere Jahrestemperatur, die jetzt für Europa 13 Grad Wärme beträgt, würde ohne Sonnenbestrahlung auf nahe 270 Grad Kälte sinken!

Man hat einmal versucht, die Kraft dieser mächtigen Weltleuchte nach Pferdestärken anzugeben und ist da zu ungeheuren Zahlen gekommen. Das wird uns verständlich, wenn wir bedenken, daß — von einigen ganz speziellen Kraftäußerungen abgesehen — alle irdischen Kräfte der Sonnenenergie entstammen, teils direkt, teils indirekt. Jedes Licht, das unsere Räume erhellt, wenn die große Leuchte unter den Horizont gesunken ist, jedes Feuer, das uns erwärmt, wenn im Winter ihre Strahlen uns nicht kräftig genug treffen können, stammt dennoch von ihr. Der Holzspan, mit dem der unzivilisierte Naturmensch seine Hütte erleuchtet, das Reisig, mit dem er sein Lagerfeuer unterhält, stammen sie nicht von Bäumen, die einst im Strahl der Sonne wuchsen? Das Gas des modernen Großstädters, die Kohlen, mit denen er seine Häuser wärmt und aus denen er das Leuchtgas sog, sind es nicht umgewandelte Sonnenstrahlen? Wir wissen, daß die Steinkohle Stein gewordenes Holz untergegangener Wälder ist, die einst — vor Jahrmillionen — die Erde bedeckten und im Strahl derselben Sonne grünten, die heute unser Korn reifen macht. Auch die Braunkohle entstammt dem Pflanzenreich und das Petroleum, jenes seltsame Erdöl, stammt aus den Leibern von Milliarden untergegangener Tiere, hauptsächlich Meeresbewohnern, die ebenfalls in grauer Vorzeit durch die Sonne und das, was sie wachsen ließ, lebten. Den Spiritus gewinnen wir wiederum aus der Pflanze, und das Wachslicht, dessen trüber Schein unseren Vorfahren ein ideales Licht dünkte, entstammen seine Teile nicht ebenfalls dem Tier- und Pflanzenreich? Die rußende Tranlampe des Eskimo, kommt ihr Brennstoff

nicht aus dem Tierkörper, also indirekt aus der Sonnenkraft? Und unser elektrisches Licht? Die Dampfmaschine treibt die Dynamomaschine, die die elektrische Energie entwickelt, aber jene Dampfmaschine wird mit Steinkohlen angeheizt oder mit anderen dem Tier- und Pflanzenreich entnommenen Stoffen! So führt auch hier der viel gewundene Weg zur Sonne zurück, und Sonnenkraft vergangener Jahrtausende ist es, die uns mit der Eisenbahn, mit dem Dampfschiff über Länder und Meere treibt, uns im Fahrstuhl emporhebt, den Dampfhammer wuchtig niederfallen läßt und Millionen Räder treibt. — Sonnenlicht vergangener Zeiten blinzelt uns im Schein der Kerze, im Gasbrenner der Laterne, im Glühlicht und Bogenlicht der Großstadt entgegen. Ein richtiges Märchen, das auch beginnt: „Es war einmal!"

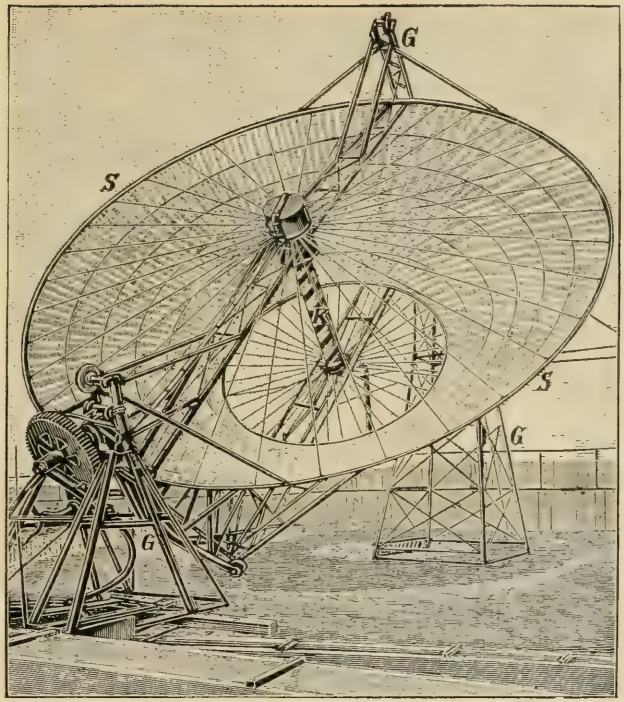


Abb. 130. Sonnenmotor
auf einer Straußenfarm in Kalifornien

Es wird hier vielleicht mancher einwerfen, daß man heutzutage dort, wo Wasserkräfte zur Verfügung stehen, die Dampfmaschine gar nicht mehr benutzt und mit Hilfe des fallenden Wassers Turbinen treibt, die wieder andere Licht- oder Kraftmaschinen in Tätigkeit setzen. Am Niagarafall in Amerika sind die mächtigsten Anlagen dieser Art. Eine halbe Million Kubikmeter Wasser stürzen dort pro Minute donnernd nieder, die eine Kraft von 17 Millionen Pferdestärken entwickeln. Die Anlagen nutzen heute schon 130 000 Pferdekräfte aus! Hier verbrennt also keine Steinkohle, kein Gas, kein Petroleum und Holz, kurz, keine Sonnenenergie treibt diese mächtigen Maschinen. — Aber nähere Überlegung zeigt, daß auch dieser Einwand hinfällig ist! Wäre die Sonne nicht, jene Wasserfälle würden in kurzer Zeit aufhören zu existieren! Wer schafft denn das Wasser hinauf auf die Höhen, von denen es mit mächtiger Kraft niederfällt? Die Sonne! Sie verdunstet mit

ihrer Wärme das Wasser in Meeren und Seen, Flüssen und Bächlein. Es steigt als Wasserdampf empor und als Wolken sehen wir's hoch oben ziehen. Als Regen und Schnee fällt das emporgehobene Wasser wieder herab und strömt nun von den Höhen zu Tal. Nur dort, wo starkes Gefälle ist, vermag das Wasser Arbeit zu leisten, da es aber nicht wieder bergauf fließen kann, so muß es emporgehoben werden; die Sonne ist die mächtige Pumpe, die dies in der geschilderten Weise besorgt. So treibt sie denn indirekt jene gewaltigen Turbinen an den Wasserfällen und das Wasserrad des Müllers im idyllischen Schwarzwaldtale.

Auch die Kräfte des Windes, die der Windmüller in seine Dienste zwingt, die wir bei Windmotoren und bei Segelschiffen verwenden, sind umgeformte Sonnenenergie. Wind und Sturm sind starke Strömungen der Luft, die durch die verschieden starke Erwärmung der Luftschichten durch die Sonne hervorgerufen werden. Gäbe es keine Sonne, so würden sich die Luftschichten schnell gleichmäßig um die Erdkugel legen und eine ewige Windstille träte ein. Ob also ein Dampfschiff, das mit Steinkohlenfeuer seine Schrauben und Räder treibt, uns über den Ozean trägt, oder ein Segelschiff, das der Wind vor sich herjagt: Sonnenkraft ist es, die uns befördert.

Wenn wir nun bedenken, wie unrationell selbst unsere besten Dampfmaschinen arbeiten, daß sie nur etwa den siebenten oder achten Teil der im Brennmaterial aufgewendeten Wärme als Arbeitsleistung wiedergeben, daß wir also den allergrößten Teil der so teuren und immer knapper werdenden Steinkohle ohne jeden Nutzen verbrennen, so begreifen wir, wie ungeheuer wichtig es wäre, statt der in den Steinkohlen aufgespeicherten Sonnenkräfte früherer Tage die Sonnenkräfte, die täglich ungenutzt in den Wasserfällen und im Wind verloren gehen, ins Joch der modernen Groß-Industrie zu spannen. Hier und da beginnt man ja schon, die Wasserkräfte zu nützen, und man hat berechnet, daß man mit der in den Wasserfällen Amerikas ruhenden Kraft alle Maschinen der Vereinigten Staaten treiben könnte, ohne für einen Pfennig Kohle zu verbrennen. Hier liegen noch ungeheure Schätze, die dem Nationalwohlstande zugute kommen könnten. Vielleicht wird man es auch noch einmal lernen, die Kraft des Windes besser auszunutzen, der ja zuweilen mit einem Druck von zehn Zentnern auf den Quadratmeter Fläche wirkt. Gelänge es aber, das Sonnenfeuer selbst zum Heizen der Kessel zu verwenden, so wäre das Ideal der Ausnutzung der Sonnenkräfte erreicht. Seit längerer Zeit ist in der Tat auf einer Straußenfarm in Süd-Passadena (Kalifornien) ein „Sonnenmotor" ständig in Betrieb, den wir in Abb. 130 darstellen. Es ist dies ein aus einzelnen Spiegelflächen zusammengesetzter Hohlspiegel (S) von rund 11 Meter Durchmesser, der die Sonnenstrahlen auffängt und auf einen im Brennpunkt des Spiegels eingesetzten, mit Wasser gefüllten Kessel (K) wirft. Dieser Kessel hat die Form einer Röhre, ist 4 Meter lang und bildet sozusagen die Achse des Spiegels;

in unserer Abbildung ist er deutlich zu erkennen. Bei gutem Sonnenschein werden die Wände dieses Kessels, wenn er leer bleibt, in einer Stunde rotglühend! Die 400 Liter Wasser, die er enthält, sieden schon nach einer Viertelstunde, und der sich entwickelnde Dampf treibt einen Motor von zehn Pferdekräften, der seinerseits ein Hebewerk betätigt, das in der Stunde 5600 Liter Wasser fördert. Man wird zugeben, daß das eine ganz respektable Leistung ist. Dem Menschen ist nichts unmöglich, und so wird er einst die Rosse des Sonnenwagens vor seine Maschine spannen und einen mächtigen Stern zu seinem Sklaven machen.

Ohne Sonnenlicht und Sonnenwärme wäre unser Erdball eine leblose Schlacke, ein unbewohnter, unbewohnbarer Planet, auf dem jedes höher organisierte Leben unmöglich wäre. Wir sehen, daß dort, wo die Sonnenstrahlen nur sehr schräg oder längere Zeit gar nicht auftreffen — wie in den Polargebieten — alles in Eis und Schnee erstarrt und die organische Welt nur ein kümmerliches Dasein fristet. Wie gewaltig muß die Wärmequelle sein, die, obwohl rund 150 Millionen Kilometer von unserem Wohnsitz entfernt, doch imstande ist, die Erde in einen Zustand zu versetzen, der es der organischen Natur möglich macht, seit Jahrmillionen in unverminderter Üppigkeit sich auszubreiten. Es ist von jeher das Bemühen der Astrophysiker gewesen, die Leuchtkraft und Temperatur der Sonne zu ermitteln. Die erstere ist weitaus leichter zu bestimmen als die letztere, und mit Hilfe von sehr hellen künstlichen Sonnen (nämlich sehr starken elektrischen Bogenlampen) als Vergleichs-Lichtquellen auf photometrischem Wege ermittelt worden. Es zeigte sich, daß eine elektrische Bogenlampe von 10 000 Normalkerzen Helligkeit (die gewöhnlichen Bogenlampen haben nur gegen 800 Kerzen Lichtstärke) eine Fläche, die sich etwa 20 Zentimeter von der Lampe entfernt befand, ebenso hell beleuchtete, wie diese Fläche von der Sonne beleuchtet wurde. Erst 288 000 Normalkerzen, einen Meter von einem Blatt Papier entfernt, könnten dieses so hell beleuchten wie es die Sonne tut. Die Sonne aber ist etwa 150 000 Millionen mal weiter entfernt. Es ist hierbei zu erwähnen, daß nach den Untersuchungen von Langley etwa vier Zehntel der Sonnenstrahlung beim Durchgang durch die Erdatmosphäre verschluckt werden. Man müßte 1 400 000 000 000 000 000 000 000 000 (in Worten 1400 Quadrillionen) Kerzen in der Sonnenentfernung aufbauen, wenn man eine diesem Weltkörper gleichkommende Lichtfülle erzeugen wollte! Langley verglich das Sonnenlicht mit dem Lichte geschmolzenen Stahls und fand diesen 5300mal weniger hell. Ein Experiment, das wie kaum ein anderes die unvorstellbare Lichtfülle des Sonnensterns sinnfällig macht. Der geschmolzene Bessemerstahl, der, in der Dunkelheit betrachtet, blendendes, grellweißes Licht ausstrahlt, erscheint, wenn wir es so einrichten, daß er gleichzeitig mit der Sonnenscheibe seine Strahlen in unser Auge sendet, gegen diese wie das trübe Flämmchen einer rußigen Oellampe. — Und wie wir kein Gegenstück zu der gewaltigen

Lichtfülle der Sonne auf Erden haben, so auch keines zu der immensen Wärme dieses Heizkörpers unseres Planetensystems. Die größte Hitze, die wir auf Erden herstellen können, herrscht im Flammenbogen der elektrischen Bogenlampe; sie beträgt rund 3500 Grad Celsius. Die Azetylenflamme ist etwa 2200, die Kerzenflamme nur 1800 Grad heiß. Daß der Sonnenkörper eine sehr hohe Temperatur haben muß, sehen wir daran, daß wir mit Hilfe von Brenngläsern und Brennspiegeln, die es gestatten, die Sonnenstrahlen auf einen Punkt zu konzentrieren, in wenigen Sekunden Holz u. dergl. in Brand zu setzen vermögen. Ja, man hat sehr große Brenngläser konstruiert, in deren Brennpunkt selbst Metalle in kurzer Zeit von den sengenden Strahlen der viele Millionen Meilen entfernten Weltflamme geschmolzen wurden. Wir bilden hier (Abb. 131) eine derartige Vorrichtung — den großen Brennlinsen-Apparat, den der französische Physiker Bernière 1757 konstruierte — nach einem zeitgenössischen Kupferstich ab.

Während die Messung der Intensität des Sonnenlichtes nicht allzu schwierig ist, gelingt es schwer, die Sonnenwärme zu bestimmen, d. h. jene Wärmemenge zu finden, die die Sonne einer bestimmten Fläche der Erde in bestimmter Zeit zusendet. Diesen Wert muß man unbedingt ermitteln, wenn man die Temperatur des Sonnenkörpers selbst ergründen will, denn er ist die Grundlage für die Ermittelung der Sonnentemperatur, und da er aus der Gesamtstrahlung der Sonne abgeleitet werden muß, so sind die gewöhnlichen Wärmemeßinstrumente, die Thermometer, hier nicht zu verwenden, weil sie die in den Lichtstrahlen enthaltenen Wärmestrahlen nicht richtig messen, weshalb z. B. ein Thermometer, dessen Quecksilberkugel man mit Ruß geschwärzt hat, eine ganz andere Temperatur im Sonnenschein zeigt, als ein Thermometer mit unberußter Kugel. — Am besten ließe sich offenbar die uns zugestrahlte Energie der Sonne messen, wenn man ein Instrument herstellen könnte, das auf alle Strahlenarten, die uns die Sonne zusendet, reagiert, denn die Sonne sendet sowohl Wärmestrahlen als Lichtstrahlen und auch Strahlen elektrischer Natur aus.

Der französische Physiker Pouillet hat (1850) zuerst mit einem solchen Instrument diese Experimente ausgeführt und dabei gefunden, daß außerhalb der Erdatmosphäre (die etwa vier Zehntel aller Strahlen absorbiert) jeder Quadratzentimeter des Querschnittes der Erde in der Minute 1,76 Grammkalorien Wärme aufnimmt. Unter „Grammkalorie" versteht man diejenige Wärmemenge, die nötig ist, um ein Gramm (also 1 Kubikzentimeter) Wasser von einer bestimmten Temperatur um einen Grad zu erwärmen, also etwa von 15 Grad C. auf 16 Grad C. zu bringen. Nach Pouillet erhielte also jeder Quadratzentimeter des Erdquerschnittes in der Minute nur etwa 1¾ Grammkalorien. Das erscheint uns wohl auf den ersten Blick wenig, aber eine nähere Überlegung zeigt, daß dies doch eine ganz gewaltige Gesamtleistung ist; denn die Wärmemenge, die die Erde in einem Jahre

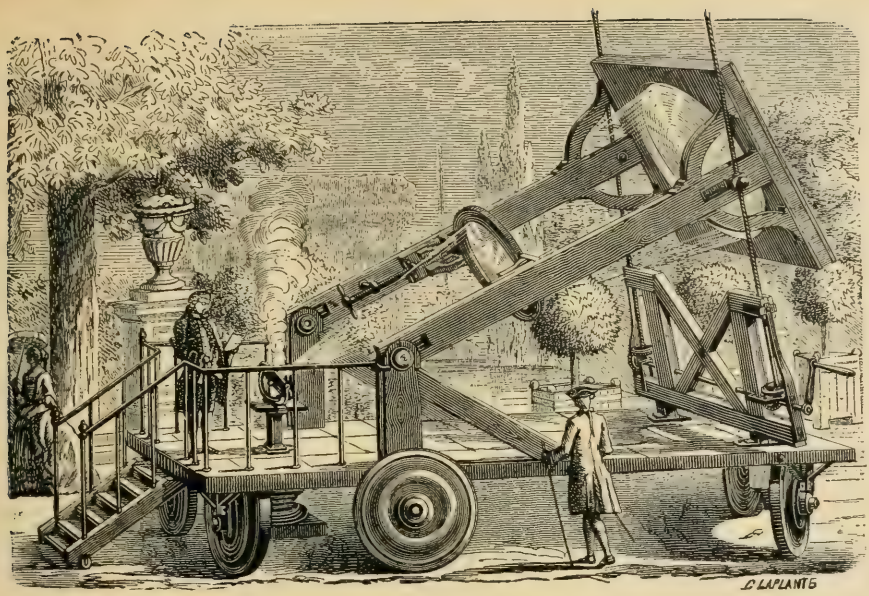


Abb. 131. Abbé Bernières großer Brennspiegel
Nach einem alten französischen Holzschnitt

nach dieser Rechnung erhält, würde hinreichen, einen die ganze Erdkugel rings umgebenden Eispanzer von 31,5 Meter Dicke zu schmelzen. — Man nennt den in Grammkalorien angegebenen Wärmebetrag, den jede Quadratzentimeterfläche in der Minute von der Sonne empfängt und den wir oben nach Pouillet angaben, die „Solarkonstante". Neuere genauere Forschungen haben nun dafür beträchtlich größere Werte ergeben, und wir lassen hier einige folgen. Die Solarkonstante ist nach Pouillet 1,76 Grammkalorien, nach Pernter 1,7, nach Scheiner 2,3, nach Langley 3,1, nach Abbot 1,93 Grammkalorien. Höchstwahrscheinlich ist der letztgenannte Wert, also rund 2 der zutreffendste. — Prof. Scheiner von der Sternwarte in Potsdam, einer der tüchtigsten Sonnenforscher, hat die Solarkonstante in jahrelanger Arbeit mit sehr feinen Instrumenten bestimmt. Er benutzte das von Omström angegebene „Aktinometer"*). Wenn zwei verschiedene, aneinandergelötete Metalle (z. B. Wismut und Antimon) an der Lötstelle erwärmt werden, so geben sie einen schwachen elektrischen Strom, etwa wie ein winziges Element. Man nennt daher auch eine solche Anordnung „Thermo-Element"**). Omströms Aktinometer besteht nun aus solchen Thermo-Elementen, nur sind diese ungeheuer winzig. Die dabei verwendeten Metallstreifchen (Manganin und Kupfer) sind nur ein paar Millimeter lang, nur etwa den zweihundertsten Teil eines Millimeters dick

*) Aktinometer = Wirkungsmesser.
**) Thermo-Element = Wärme-Element.

und kaum zwei Hundertstel Gramm schwer. Setzt man nun eines dieser winzigen Thermo-Elemente den Sonnenstrahlen aus, so erwärmt es sich und gibt einen schwachen Strom, der die Nadel eines sehr empfindlichen elektrischen Meßinstrumentes aus der Ruhestellung ablenkt, und die Stärke des Stromes mißt. Aus der Stromstärke wird dann die Energie der Sonnenstrahlung ermittelt.

Scheiner hat nun unter Zugrundelegung seiner Messungen die absolute Temperatur der Sonnenoberfläche berechnet und findet sie zu 7065 Grad C.; ein Wert, der nach oben oder unten hin kaum um mehr als 500 Grad von der wahren Temperatur der Sonne abweichen dürfte.

Hoch interessant ist die Frage nach den Quellen, aus denen die Sonne immer wieder den gewaltigen Energiebetrag, den sie in den Weltenraum hinausstrahlt, ergänzt. Die Temperatur des Weltenraumes ist eine sehr niedrige, und wie jeder heiße Körper, der sich in einer kalten Umgebung befindet, an diese seine Wärme abgibt und nach und nach kälter und kälter wird, um endlich die gleiche Temperatur anzunehmen wie die Umgebung, so muß auch die Sonne sich langsam abkühlen, muß sie kälter werden, ja endlich — nach Jahrmillionen — einmal ganz erlöschen, wie eine verglimmende Kohle. Die Rechnung ergibt, daß die Sonne, bestände sie aus reiner Steinkohle, nicht länger als 25 000 Jahre brennen würde, dann müßte die Kraft aufgezehrt und der ehemalige Glutball zu einer licht- und wärmelosen Schlacke geworden sein. Man hat berechnet, daß die Sonne jedes Jahr einen Wärmeverlust von 2 Grad C. erleiden würde, wenn nicht eben andere uns unbekannte Faktoren wieder diesen Verlust ersetzten. Würde die Sonnentemperatur um 400 Grad abnehmen, so betrüge die mittlere Jahrestemperatur Europas, die jetzt 13 Grad Wärme zeigt, 0 Grad! Sie würde ohne Sonnenstrahlung auf etwa 270 Grad Kälte sinken.

Nun zeigen ja spektroskopische Untersuchungen, daß die Sonne zu den Fixsternen gehört, die die Periode ihrer höchsten Temperatur bereits hinter sich haben; sie ist also früher sicher heißer gewesen. Trotz alledem aber muß die Temperaturabnahme weitaus langsamer erfolgen, als sich aus theoretischen Gründen erwarten ließe. Unzweifelhaft bringt also die Sonne einen großen Teil der ausgestrahlten Energie wieder auf, nur das „Wie" ist die große, unbeantwortete Frage.

Man hat eine Zeitlang geglaubt, daß die sicher in gewaltigen Mengen auf die Sonne stürzenden Meteorsteinmassen diesen Wärmeverlust decken; treffen doch die Erde in 24 Stunden gegen 10 Millionen Meteore, so daß die Erde (nach M. W. Meyer) dadurch im Jahrhundert eine Gewichtszunahme von etwa 20 Millionen Kilogramm erfährt. Neuerdings hat man aber berechnet, daß der Wärmeverlust der Sonne in einem Jahre erst durch Aufstürzen einer Masse wettgemacht werden könnte, die in ihrer Gesamtheit dem Gewicht einer Eisenkugel von 30 Kilometer Durchmesser entspräche.

Eine solche Gewichtszunahme der Sonne würde aber (infolge der dann verstärkten Anziehungskraft der Sonne) auf die Bewegung der Erde um die Sonne einen so großen Einfluß ausüben, daß das irdische Jahr in jedem Jahr eine Sekunde länger würde. Da nichts derartiges bemerkbar ist, so kann auch die auf die Sonne stürzende Meteormasse nicht diesen Größenbetrag erreichen und also auch nicht allein den Wärmeverlust decken.

Nach den Untersuchungen des hervorragenden Naturforschers Helmholtz ersetzt die Sonne die ausgegebene Energie dadurch, daß sie sich zusammenzieht. Sie übt hierdurch auf ihre eigenen Massen einen gewaltigen Druck aus, der sich in Wärme umsetzt. Demnach muß der Durchmesser der Sonne (er beträgt 1 387 000 Kilometer) nach und nach kleiner werden, und zwar um einen ganz bestimmten, rechnerisch feststellbaren Betrag. Später anzustellende vergleichende Messungen werden darüber Aufschluß geben, ob der Sonnendurchmesser wirklich abnimmt.

In diese Probleme haben die neueren Forschungen über den Aufbau der Materie neues Licht getragen. Wir wissen heute, daß die sogenannten Grundstoffe oder „Elemente" (Wasserstoff, Stickstoff, Kalzium, Blei, Eisen usw.) sehr wahrscheinlich nur Modifikationen eines einzigen Ur-Weltstoffes darstellen, daß sie unter bestimmten Verhältnissen zerfallen, sich ineinander umwandeln können. Von einigen ist es sicher nachgewiesen. Radium zerfällt in Helium; die bekannten Alphastrahlen des Radiums sind nichts anderes als abgeschleuderte Kerne des Helium-Atoms. Rutherford hat Stickstoff in Wasserstoff umwandeln können usw. Bei diesem Atomzerfall werden sehr starke Kräfte frei. Es ist möglich, daß in der Sonne Vorgänge solcher Art in großem Ausmaße stattfinden, und daß sich so die Energien erklären, die immer wieder den Wärmeverlust der Sonne decken. Noch sind die Forschungen über diese sehr

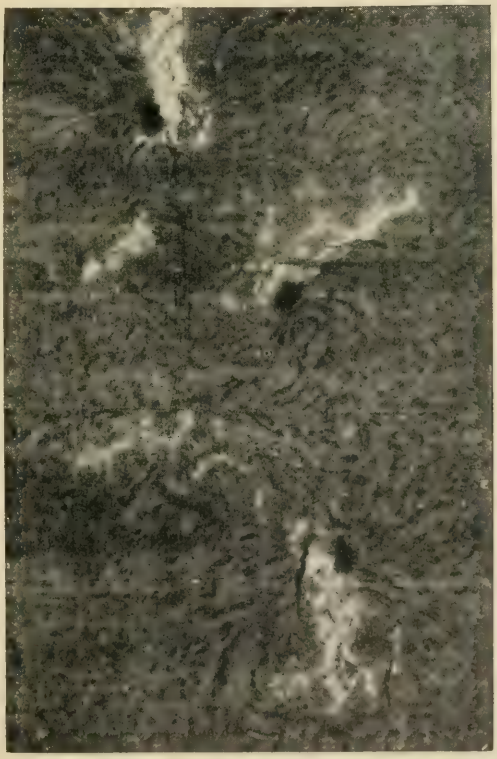


Abb. 132. Sonnenflecke als Mittelpunkte großer Wirbelgebiete
(Phot. G. E. Hale)

komplizierten Probleme in den Anfängen. Die Größe der Sonne ist so gewaltig, daß menschliche Vorstellungskraft sie nicht mehr erfaßt. Wenn wir sagen, daß der Durchmesser der Sonnenkugel 1 Million 387tausend Kilometer beträgt, so gibt uns das keinerlei Begriff. Wir müssen 109 Erdkugeln wie Perlen aneinanderreihen, um eine solche Strecke darzustellen. In den hohl gedachten Sonnenball lassen sich 1¼ Millionen Erdkugeln hineinfüllen. (Bild 4.) Schon 333 400 Erdkugeln aber ergeben einen der Sonne an Masse, an Schwere gleichenden Körper. Die Materie des Sonnenballes ist eben weitaus weniger dicht als die der Erde. — Wir werden übrigens später sehen, daß es noch viel größere Sonnen im All gibt.

Aber lassen wir diese gewaltigen Zahlen, für die uns auf Erden jeglicher Maßstab fehlt, und sehen wir, was die Astronomen sonst noch von unserer Licht- und Wärmespenderin zu ermitteln wußten.

Will man die Sonne durch ein Fernrohr betrachten, so muß dieses natürlich mit einer Vorrichtung versehen sein, die das gewaltige Licht- und Wärmequantum, das unser Auge verderben würde, abhält. Vor das Auge gesetzte, Licht und Wärme verschluckende Gläser tun das auf einfachste Weise, doch kann man die Sonne auch so betrachten, daß man nicht durchs Fernrohr schaut, sondern hinter dem Fernrohr ein Kartonblatt aufstellt, auf das das Sonnenbild sich entwirft. Bei Beobachtung der Sonnenscheibe bemerkt man zunächst eine deutliche Abnahme der Helligkeit nach dem Sonnenrande zu (Abb. 133), eine Erscheinung, die ihre Erklärung in dem Umstande findet, daß die Sonnenkugel, ähnlich der Erde, mit einer Gashülle umgeben ist, die einen guten Teil des durch sie gehenden Lichts absorbiert, verschluckt. Eine solche Gashülle wird selbstverständlich um so mehr Licht absorbieren, je weiter der Weg ist, den der Lichtstrahl durch sie zurückzulegen hat. Die Strahlen des Sonnenrandes müssen nun aber, um in unser Auge zu gelangen, einen weiteren Weg durch die Sonnenatmosphäre zurücklegen, da sie diese in schräger Linie durchschneiden; sie erleiden daher eine stärkere Absorption als die Strahlen der Sonnenmitte.

Außer dieser leicht wahrnehmbaren Erscheinung zeigt uns ein besseres Fernrohr noch eine immer zu bemerkende Eigentümlichkeit des Sonnenballes. Die ganze Scheibe ist mit hellen und dunklen Punkten übersät, welche etwa den Eindruck machen, als sei die Sonne mit hellen und dunklen Kieselsteinen bestreut. (Abb. 135.) Man nennt diesen Zustand der Sonne die Granulation oder Körnung. Die genaue Beobachtung, vor allem die Photographie läßt erkennen, daß sehr schnelle Veränderungen in dem wallenden Meer der Granulation vor sich gehen. Wir haben es offenbar mit einer Wolkenschicht zu tun. Freilich sind es Wolken anderer Art als wir sie auf Erden kennen, denn die Sonne ist eben ein Ball glühender Gase. Der Spektralapparat zeigt vor allen Dingen Kalzium- und Wasserstoffwolken, die in verschiedener Höhe zu schweben scheinen. Leider ist der Grund des

Zustandekommens der Wolkenschicht noch unbekannt, wie denn überhaupt gleich hier gesagt werden soll, daß trotz aller Forschungen die Sonne auch heute noch tausend Fragen aufgibt, und die Ansichten auch der berufensten Forscher über Spezialfragen weit auseinander gehen. Das Goethewort, das wir diesem Kapitel voranstellten, hat seinen tiefen Sinn noch nicht verloren!

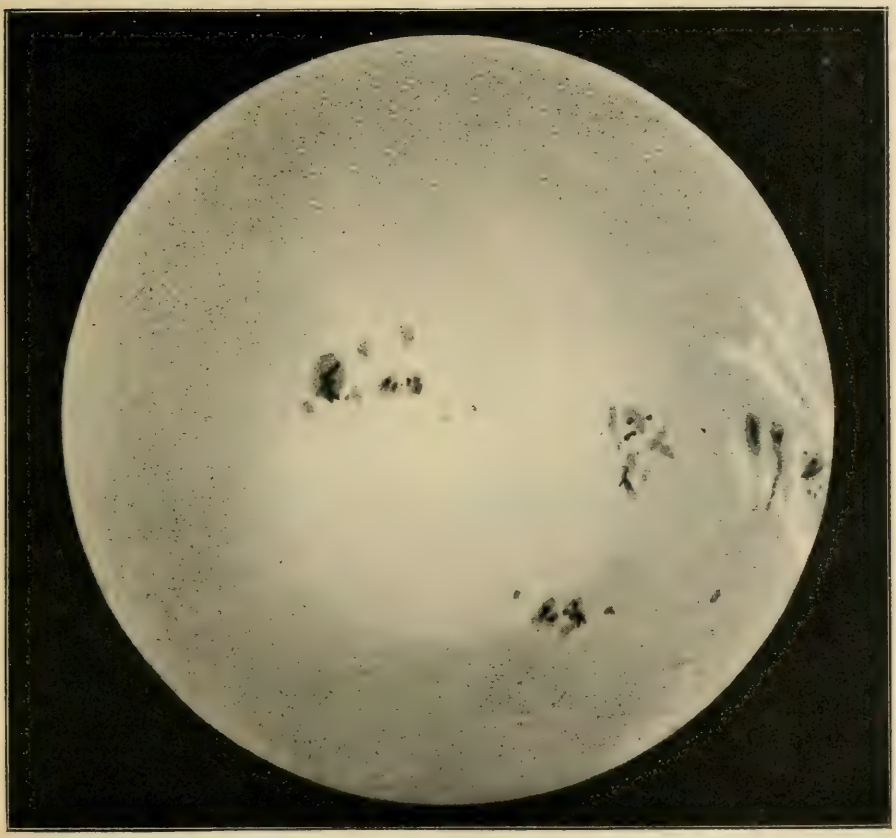


Abb. 133. Die Sonne mit Flecken und Fackeln
Nach einer Beobachtung des Verfassers 25. Okt. 1895

Auch die Sonnenflecke, die auffälligsten Erscheinungen des mächtigen Glutballes, bieten noch viel Rätselvolles. Ihnen wollen wir besonders unsere Aufmerksamkeit widmen.

Richtet man nämlich ein Fernrohr auf die Sonne, so bemerkt man fast immer einen oder mehrere dunkle Flecke, die ganz unvermittelt aus dem leuchtenden Feld ihrer Umgebung hervortreten und die strahlende Königin des Tages um ihren guten Ruf als Symbol der Reinheit bringen. Oftmals nur winzig klein und von geringer Anzahl, finden sich deren doch

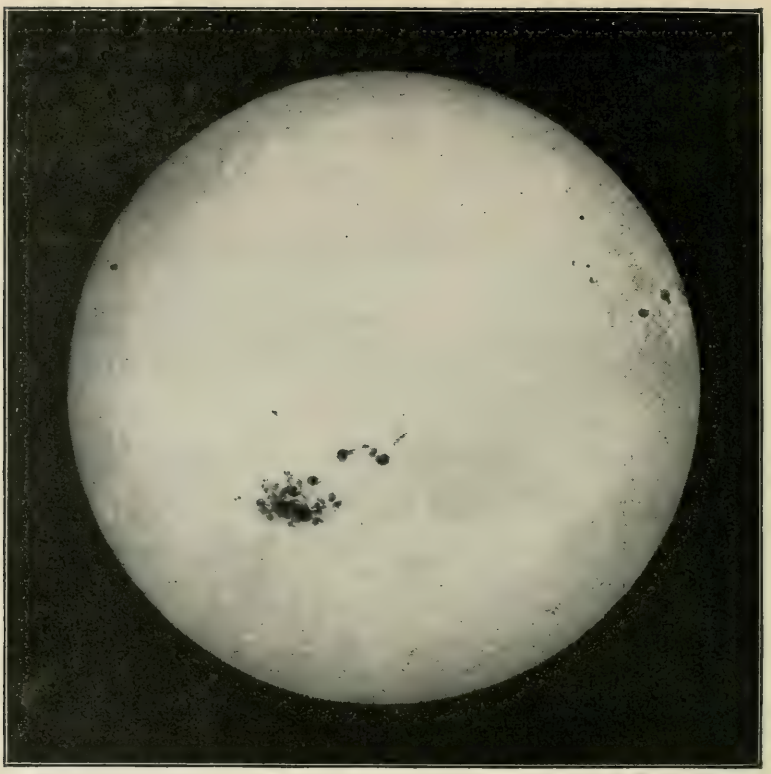


Abb. 134. Die Sonne mit einer ungewöhnlich großen Fleckengruppe
Nach einer Sonnenphotographie von Lohse 1892, Februar 13, Potsdamer Sternwarte. Die Hauptgruppe links übertrifft an Länge 15mal den Durchmesser der Erdkugel

auch von gewaltiger Größe und Ausdehnung auf der Sonnenscheibe. Zuweilen befinden sich mehrere große, langgestreckte Gruppen und außerdem noch vereinzelte kleinere Flecke auf der uns zugewandten Seite der Sonnenkugel, wie Abb. 133 zeigt, die der Verfasser im Oktober 1895 anfertigte.

Die Struktur der Sonnenflecke ist sehr wandelbar; oft rund und oval, finden sich auch längliche und spiralige Flecke vor. Ihre Farbe, welche schwärzlich-braun erscheint, ist eigentlich nur eine Kontrastfarbe zu dem hellen Hintergrunde, in Wirklichkeit sind diese Flecke bezüglich ihrer Lichtintensität mehrere hundert Mal stärker als der Vollmond und befinden sich wahrscheinlich im Glühzustande. Der eigentliche „Kernfleck" ist von einem Hof von graubrauner Farbe umgeben, der sogenannten „Penumbra". In dieser scheinen mächtige Strömungen vor sich zu gehen, denn in besseren Fernrohren zeigen sich Streifen und Risse, welche gleich feinen Adern den Hof durchziehen. Ihr Auftreten kündet den Zerfall des Fleckes an. Auch rings um die Flecke (siehe Bild 133 rechter Rand) sind oft helle Adern erkennbar, die „Fackeln", die Wasserstoffausbrüche darstellen.

Die Größe der Sonnenflecke ist staunenerregend. Wenn wir bedenken, daß die kleinsten auf Figur 133 ersichtlichen Flecke, die uns nur als Punkte erscheinen, schon ein Areal bedecken, das noch um ein Bedeutendes größer ist als ganz Asien, und das solche „kleine" Pünktchen zuweilen in wenigen Minuten verschwinden oder auftauchen, so können wir einigermaßen ermessen, wie es in diesem Herde unseres Planetensystems arbeitet. Sonnenfleckengruppen von der Größe der in Figur 136 ersichtlichen, die der Verfasser im September 1895 sah, gehören durchaus nicht zu den seltenen, obwohl dieselbe in runder Zahl 160 000 Kilometer in der Längenausdehnung maß*). Jedoch hat man auch schon Fleckengebilde beobachtet, die an Flächenausdehnung 50- bis 60mal mächtiger waren als das gesamte Gebiet der Erdoberfläche. Oftmals verschwinden von diesen Produkten der unheimlich wühlenden Gewalten des Sonnenballes binnen wenigen Stunden Teile, die alle fünf Kontinente der Erdkugel an Ausdehnung übertreffen. Abb. 137 zeigt in drei Phasen die Veränderung eines Fleckes im Laufe einiger Stunden.

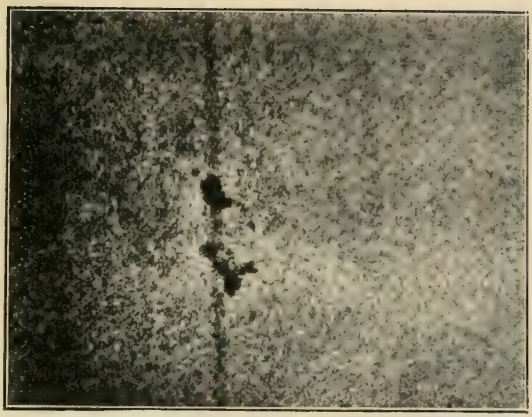


Abb. 135. Granulation der Sonnenoberfläche
Photographie von Janssen in Meudon bei Paris

Hier stehen wir vor Erscheinungen, die uns wie wohl keine anderen belehren können, wie gewaltig in den Werkstätten der Natur die Hämmer arbeiten. Es spielt sich vor uns das „Atmen", der Lebensprozeß eines Sternes ab, und der Kampf zwischen Fixsternglut und Weltraumkälte.

Die mehrfach erwähnte rasche Veränderlichkeit der Sonnenflecke ist jedoch durchaus keine Regel, denn es hat auch deren viele gegeben, die monatelang ihre Existenz auf dem Sonnenkörper behaupteten. Schwabe, einer der bedeutendsten Sonnenforscher, hat sogar einmal eine Fleckengruppe anderthalb Jahre hindurch beobachten können. Die Sonnenflecke haben uns auch bald nach ihrer Entdeckung (durch den Jesuitenpater Scheiner im Jahre 1610) die interessante Tatsache offenbart, daß sich der Sonnenball wie die Erde um seine eigene Achse dreht. Die Flecke zeigen alle eine gleichmäßige Bewegung; sie ziehen von Ost nach West über die Sonnenscheibe hin, verschwinden dann, um unter Umständen nach 14 Tagen am Ostrande wieder aufzutauchen. Man erkannte sehr bald, daß diese Bewegung nicht den Flecken

*) Europa hat eine Längenausdehnung von 5560 Kilometer.

allein eigentümlich sei, sondern auf eine Rotation des Sonnenkörpers zurückgeführt werden müsse, und so haben denn die Astronomen herausgefunden, daß sich unser Zentralgestirn in etwa 25¼ Tagen einmal um seine Achse schwingt.

Nichtsdestoweniger besitzen aber auch die Sonnenflecke — unabhängig von dieser durch die Sonnenrotation veranlaßten Fortbewegung — eine Eigenbewegung, und diese, teils regelmäßig, teils unregelmäßig, wirkt selbstverständlich erschwerend auf die genaue Bestimmung der Sonnenrotation ein. Solche unregelmäßige Bewegung eines Fleckes deutet zumeist den Zerfall desselben an; leuchtende Adern durchziehen ihn und zerteilen ihn in mehrere Stücke, die sich mehr und mehr voneinander entfernen; schnell verblassen auch diese, und bald deutet nichts mehr daraufhin, daß hier riesenhafte Flecke uns einen Teil des göttlichen Lichtes raubten. (Abb. 137.)

Aber was sind denn nun eigentlich diese Sonnenflecke, und wie entstehen sie? Wir müssen ehrlich gestehen, daß die Ansichten der Himmelskundigen bezüglich dieser Dinge noch gar sehr geteilt sind. In früherer Zeit galten sie für ungeheure Schlackenfelder, für ausgebrannte Teile der Sonnenmasse, die gelegentlich wieder von dem allgemeinen flüssigen Brei, auf dem sie schwimmen, überflutet werden und verschwinden. Für solche schon wieder schwach überdeckte Teile eines Fleckes hielten die Anhänger dieser Theorie die grauen Höfe der Flecke. Eine Ansicht, die trotz ihrer vielen Widersprüche lange Zeit dominierte, läßt den eigentlichen Sonnenkern dunkel sein und das Licht des Tagesgestirns von einer dasselbe umgebenden Gashülle ausgehen; durch heftige Wirbelstürme sollen nun in dieser leuchtenden Hülle trichterförmige Löcher entstehen, die den dunklen Sonnenkern bloßlegen und uns als Sonnenflecken erscheinen. In der Tat erwecken die Flecke zuweilen den Eindruck, als wären sie Vertiefungen im leuchtenden Glutmeer der Sonne. Besonders erscheinen sie so, wenn sie am Rande der Sonnenscheibe stehen, wie es Abb. 138 erkennen läßt.

Mehr und mehr befestigt sich heute die Ansicht, daß die Sonnenflecke gewissermaßen Wirbelsturmgebiete im Gasozean der Sonne sind. Die prächtigen Photogramme Hales (siehe Abb. 132) zeigen diese Wirbel deutlich. Wie im Luftmeer der Erde mächtige Ströme verschiedener Temperatur die Riesentrichter der „Tornados" und „Zyklone" bilden, so auch auf der Sonne. Ein Sonnenfleck wäre demnach ein kühlerer, niedersinkender Gasstrom von Metalldämpfen. Er bildet den Mittelpunkt des Trichters um den die heißeren Gasmassen der Umgebung wirbeln und in den sie hineinströmen, wie die Einzelheiten der Penumbra deutlich zeigen.

Aber noch eine andere Eigentümlichkeit dieser gigantischen Sonnengebilde wollen wir miteinander betrachten, welche uns so recht zeigt, daß alle jene funkelnden Welten, seien sie durch Räume voneinander getrennt, die des Lichtes Post erst in vielen Jahren durchwandern mag, durch geheimnisvolle Bande miteinander verknüpft sind, von denen uns die meisten ihrer Zartheit

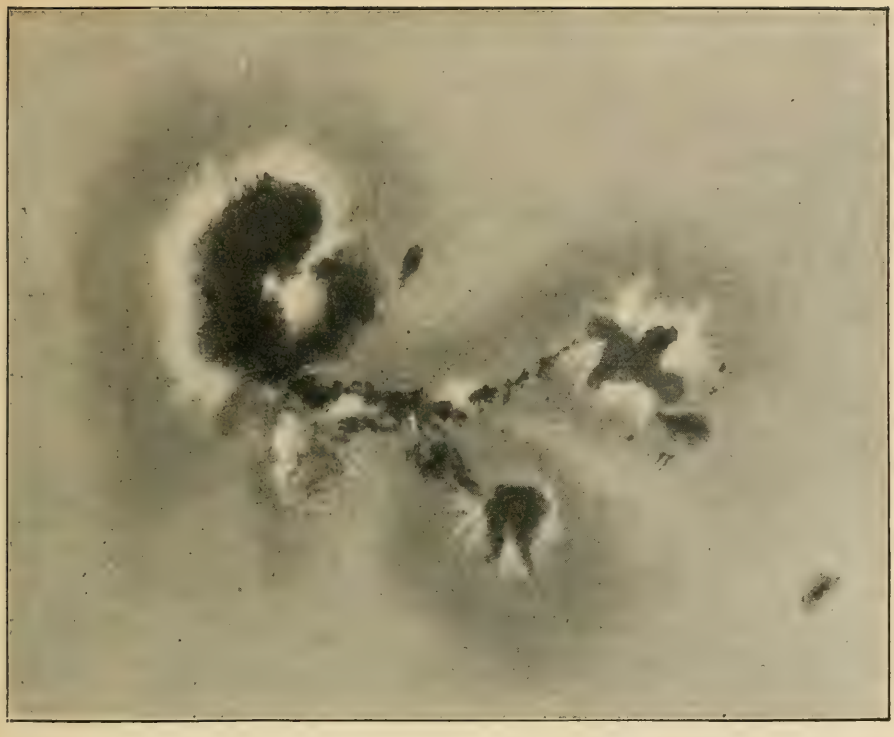


Abb. 136. Große Sonnenfleckengruppe vom 2. Sept. 1895, 1^h 30^m
Nach einer Beobachtung des Verfassers
Die Erdkugel würde, im gleichen Größenverhältnis dargestellt, die Größe einer Erbse haben

wegen wohl ewig verborgen bleiben werden. Die Astronomen haben nämlich gefunden, daß die Sonnenflecke sowohl bezüglich ihrer Häufigkeit als auch bezüglich ihrer Größe ganz bestimmte *periodische Schwankungen* zeigen. So beweisen die statistischen Aufzeichnungen ganz evident eine Periode, die $11\frac{1}{3}$ Jahre umfaßt; während dieser Zeit sinkt die fleckenbildende Tätigkeit der Sonne zu einem Minimum herab und steigt wieder zu dem Maximum, von dem sie ausging, empor, um dann das Spiel von vorn zu beginnen.

Auch hier wieder ein großes Rätselraten nach der Ursache der Erscheinung. Am brauchbarsten ist noch die durch mancherlei Überlegungen gestützte Theorie, daß hier eine Einwirkung der beiden größten Planeten der Sonne, Jupiter und Saturn, vorliegt. Auch die Stellungen der anderen Planeten spielen scheinbar eine Rolle dabei. Die Umlaufszeiten und Stellungen der Planeten würden sich dann gewissermaßen in der Sonnentätigkeit widerspiegeln. — Hochinteressant und wichtig ist vor allem aber die Tatsache, daß irdische Ereignisse und Witterungsperioden mit der Sonnenfleckenperiode gleichlaufen. Statistiken ergeben, daß mit den Sonnenflecken

die Hagelfälle, Gewitter, Stürme, die Polarlichter und die Magnetnadelschwankungen in zum Teil noch vollkommen geheimnisvoller Weise Hand in Hand gehen. Ganz besonders deutlich tritt dieser Zusammenhang bei den Polarlichtern und Magnetnadelschwankungen zutage. Verfertigt man auf Grund eines durch viele Jahrzehnte gewonnenen Zahlenmaterials über die jährliche Häufigkeit der Sonnenflecke, Polarlichter und Magnetnadelschwankungen Kurven, die man miteinander vergleichen kann, so sieht man ganz deutlich, daß die Kurven dieser verschiedenen Phänomene gleich-

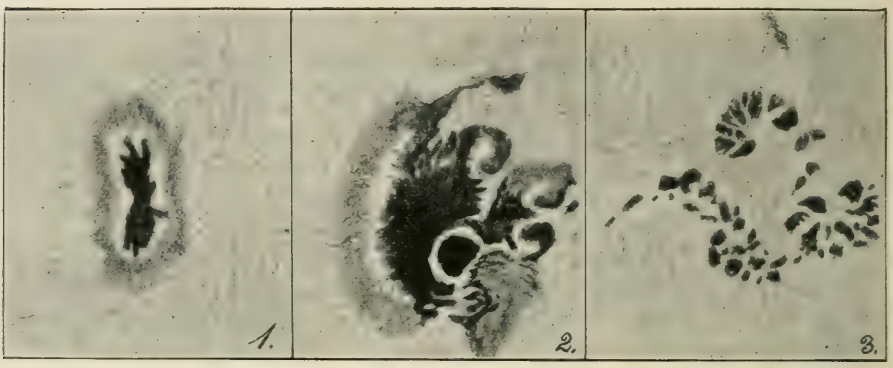


Abb. 137. Veränderung eines Sonnenfleckes, in drei Phasen dargestellt

laufend sind. Auch die hier abgedruckten Kurven der Sonnenflecke, Polarlichter und Magnetnadelschwankungen eines ganzen Jahrhunderts lassen die Abhängigkeit deutlich erkennen. (Abb. 140.)

Noch mehr! Wir können ganz momentan die Abhängigkeit dieser irdischen Ereignisse von den Störungen auf der Sonne beobachten. Sobald eine große Sonnenfleckengruppe, und sobald starke „Protuberanzen", von denen wir gleich sprechen werden, auf der Sonne sichtbar werden, beginnen in den Observatorien die Magnetnadeln unruhig zu werden; sie schwanken fortwährend in starken Ausschlägen von der Nord-Südrichtung ab, als würde in ihrer Nähe ein Magnetstab hin- und herbewegt. Gleichzeitig machen sich starke Störungen im Telegraphenbetrieb bemerkbar, so daß zuweilen tagelang auf manchen Strecken das Telegraphieren unmöglich wird. Wir haben hier sozusagen eine drahtlose Telegraphie zwischen Sonne und Erde vor uns. Vor einigen Jahren, als eine große Fleckengruppe die Sonnenmitte passierte, mußte auf einigen französischen Telegraphenstrecken zwei Tage der Verkehr unterbrochen werden. Lange Funken bildeten sich an den Apparaten, ja diese klapperten zuweilen von selbst. Diesen magnetischen und elektrischen Störungen gesellt sich nun noch ein ihnen verwandtes, schönes Phänomen: Es treten wundervolle Polarlichter auf, die bis in unsere Gegenden sichtbar werden, ja bis nach Wien und Prag herunter ließ sich zuweilen die rote Strahlenkrone

verfolgen. — Ganz offenbar handelt es sich bei all diesen Erscheinungen um eine sehr starke Störung des elektrischen und magnetischen Zustandes der ganzen Erdkugel; wir pflegen diese mit den Sonnenflecken korrespondierenden Störungen „magnetische Stürme" zu nennen.

Wir haben schon darauf hingewiesen, daß der amerikanische Astronom Hale durch eine sehr scharfsinnige Methode nachgewiesen hat, daß die Sonnenfleckengebiete der Sitz gewaltiger Wirbelbewegungen im Gasmeer der Sonne sind (Bild 132) und zugleich starke elektromagnetische Felder darstellen, die ganz offenbar das erdmagnetische Feld beeinflussen. — Es scheint als ob weitere Studien über den Einfluß der Sonnenflecke usw. eine hohe praktische Bedeutung erlangen können, insofern nämlich, als sie unter Umständen Vorherbestimmungen über den Wetterverlauf in seinen ganz großen Zügen ermöglichen. Schon Herschel wies daraufhin, daß die seit Jahrhunderten fortgeführten statistischen Aufzeichnungen der Londoner Getreidebörse in großen Zügen den Einfluß der an Sonnenflecken armen und reichen Jahre auf die Getreideernten widerzuspiegeln scheinen. In neuerer Zeit haben viele Forscher versucht zu zeigen, daß das irdische Klima kleinere und größere Perioden erkennen läßt, und namentlich hat Kritzinger sich bemüht, nachzuweisen, daß sie alle auf Sonnenfleckenperioden zurückzuführen sind, die ihrerseits wieder mit den Umläufen der Planeten zusammenhängen. — Es scheint, als ob die an Sonnenflecken reichen Jahre kalte Winter und heiße Sommer bringen, während in den Zeiten der Sonnenfleckenminima flaue Winter und Sommer zu erwarten sind. — Wir sehen, daß hier sehr interessante Zusammenhänge erkennbar werden, die zugleich zeigen, wie alles Irdische und somit auch alles Menschliche in ein großes Weltgesetz eingespannt ist.

Abb. 138. Fleck am Sonnenrande
der den Eindruck einer Vertiefung in der Sonnenkugel erweckt
Nach einer Beobachtung des Verfassers 1899 April 13 9 h

Außer den bisher besprochenen Erscheinungen auf der Sonne werden noch andere der Beobachtung zugänglich, wenn der Mond sich vor die Sonne schiebt und uns Erdbewohnern das interessante Phänomen einer Sonnenfinsternis darbietet. Wie die totalen, ringförmigen und partiellen Finsternisse entstehen, soll an anderer Stelle auseinandergesetzt werden*), wir

*) Siehe das Kapitel „Mondphasen und Finsternisse".

wollen hier nur die Erscheinungen, welche die Sonne bei einem derartigen Phänomen bietet, betrachten.

Während einer totalen Sonnenfinsternis zeigt sich nämlich die verdunkelte Sonne von einem wunderbaren, weißlich leuchtenden Strahlenkranz umgeben, der wie ein Heiligenschein rings um die Scheibe erglänzt und auf den Beschauer einen bezaubernden Eindruck macht. Dieser Lichtschein ist die Sonnenkorona; er verliert sich allmählich mit zunehmender Entfernung von der Sonne auf dem dunklen Himmels-Hintergrund und ist bei jeder Finsternis sowohl an Größe wie an Helligkeit verschieden. Abb. 139 und 143 geben Darstellungen dieses fesselnden Phänomens, dessen Gestaltung von jedem Beobachter anders wiedergegeben wurde, bis die Photographie, diese unbestechliche Gehilfin des Astronomen, seine wahre Struktur getreulich aufzeichnete. Obgleich von diesem Gebilde, da es zumeist mit freiem Auge gesehen werden kann, Aufzeichnungen schon im 17. Jahrhundert gemacht wurden, wurde die astronomische Welt doch erst bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis vom 8. Juli 1842 eingehender darauf aufmerksam, und seit dieser Zeit läßt man keine Sonnenfinsternis vorübergehen, ohne sie photographisch zu fixieren.

Man war erst geneigt, die Korona für eine optische Erscheinung zu halten, entstanden durch Beugung der Sonnenstrahlen am Mondrande. Dann müßte sich aber offenbar das Aussehen der Korona mit der Weiterbewegung des Mondes ändern; in Fällen, in denen es gelang, die Korona noch zu sehen, trotzdem der die Sonnenscheibe verdunkelnde Erdtrabant schon ein wenig fortgerückt war, überzeugten sich die Himmelskundigen jedoch davon, daß dem nicht so sei, daß der Strahlenkranz vielmehr unverändert das Haupt der Tageskönigin umgab. Obwohl nun auch heute noch die Wissenschaft weit davon entfernt ist, in dieser Angelegenheit ihr letztes Wort gesprochen zu haben, dürfte doch die Annahme, die Korona sei der äußerste Teil der glühenden Sonnen-Atmosphäre, der Wahrheit sehr nahekommen, denn das Spektroskop, jenes wunderbare Instrument, mit dessen Hilfe wir imstande sind die Art des Leuchtens und die Zusammensetzung eines leuchtenden Körpers zu bestimmen, weile er auch in unermeßlichen Fernen, hat uns gezeigt, daß glühende Gase, untermischt mit feinen Staubmassen, die Quelle dieses mysteriösen Lichtes sind. Die langen, wechselnden Strahlengarben der Korona lassen auf heftige elektrische Abstoßkräfte auf der Sonne schließen.

Aber noch ein anderes, nicht minder interessantes Phänomen, dessen Großartigkeit und gewaltige Kraftäußerung unser Erstaunen in hohem Maße beansprucht, haben uns die Sonnenfinsternisse kennen gelehrt, ich meine die „Protuberanzen"*). Bei der schon erwähnten Finsternis im Jahre 1842 zeigten sich den erstaunten Astronomen mehrere rote Flämmchen, die den verdunkelten Sonnenball umzüngelten und auf dem Mondrande zu wurzeln

*) „Protuberanz" soviel wie Erhöhung, Hervorragung.

Abb. 139. Die Sonnenkorona
während der totalen Finsternis vom 28. Mai 1900
Phot. Aufnahme von Edward E. Barnard, Lick-Sternwarte.

schienen. Ihre Gestalt war verschieden. Einige machten den Eindruck kleiner flammender Hügel, andere waren an den Spitzen fächerartig ausgefranst oder schwebten gar frei über dem Glutball im Raume. Auf Abb. 141, die die verfinsterte Sonne mit der Korona nach einer Photographie wiedergibt, sehen wir oben am Sonnenrande einige Protuberanzen-Flammen von etwa 85—90 000 Kilometer Höhe. Zuweilen werden Protuberanzen von kaum vorstellbarer Höhe sichtbar. So berichtet der englische Astronom Young von einer Protuberanz, die zu Anfang seiner Beobachtung schon eine Höhe von ungefähr 85 000 Kilometer besaß und unter heftigem Hin- und Herwehen in immer höhere und höhere Regionen emporgeschleudert wurde, bis nach 35 Minuten das ganze Gebilde in viele kleine Flammen aufgelöst war, deren oberste die enorme Höhe von 330 000 Kilometer einnahm. Kaum anderthalb Stunden später war keine Spur mehr von dieser gewaltigen Eruption zu erblicken. Die Protuberanz auf Abb. 142 hat eine Höhe von 230 000 Kilometer.

Noch ungleich höher als die oben erwähnte Protuberanz ist aber die von Thoulon am 30. August 1880 beobachtete Flammengarbe in den Raum hinausgeschleudert worden; sie erreichte die noch nie vordem beobachtete Höhe von 540 000 Kilometer, also über 42 Erddurchmesser. Unsere regste Phantasie

ist nicht imstande, sich ein derartiges himmlisches Feuerwerk gebührend auszumalen. Welche exorbitante Kraft muß nötig sein, um diese glühenden Fontänen spielen zu lassen, auf deren Spitze unsere Erdkugel tanzen könnte wie die kleinen Glasbälle in den Springbrunnen unserer Ziergärten auf dem feinen Wasserstrahl!

Bei den Protuberanzen hat uns das Spektroskop gezeigt, daß wir es hier mit gewaltigen Mengen glühenden Wasserstoffgases zu tun haben, die durch heftige Eruptionen von der Sonnenoberfläche in jene enormen Höhen emporgeschleudert werden. Heutzutage hat man nicht mehr

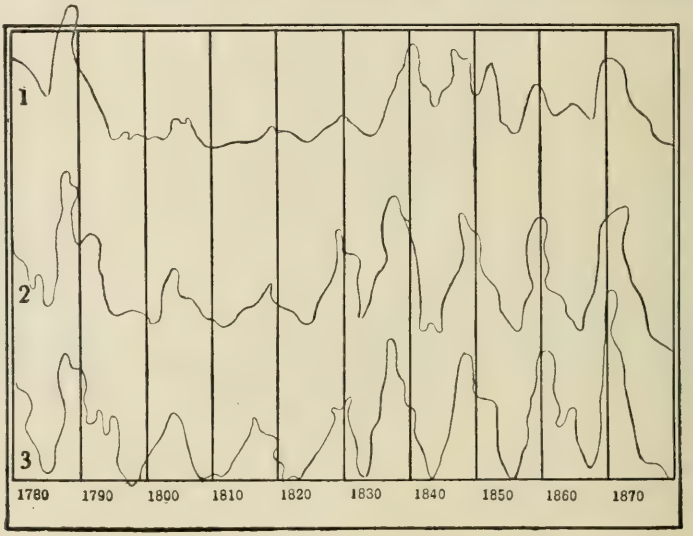


Abb. 140. Gleichlaufende Kurven

die den Zusammenhang der Sonnenflecke mit irdischen Erscheinungen demonstrieren: 1. Häufigkeit der Polarlichter, 2. Stärke der Magnetnadelschwankungen, 3. Zahl der Sonnenflecken in den Jahren 1780—1880

nötig, auf eine Sonnenfinsternis zu warten, um Protuberanzen zu sehen. Wiederum ist es das Spektroskop, das hier helfend beispringt. Der Sonnenforscher richtet sein Spektroskop auf den Sonnenrand, und wenn in ihm die Linien des glühenden Wasserstoffes sichtbar werden, so beweist das, daß dort eine Protuberanz steht, deren Form und Höhe das Spektroskop ebenfalls erkennen läßt.

Welches Gesamtbild haben wir uns nun, unter Berücksichtigung aller besprochenen Einzelheiten, von der Sonne zu machen? Wie schon bemerkt, ist da noch vieles ungeklärt und widerspruchsvoll. Die ganze Sonnenphysik ist ein schwieriges Problem. So merkwürdig es klingen mag, vielleicht bringt uns die neuerdings sehr gut voranschreitende Kenntnis der Entwicklung der Fixsterne (siehe dieses Kapitel) der Lösung unserer Fragen näher, denn die Sonne ist ein Fixstern und befindet sich im Entwicklungsstadium der soge-

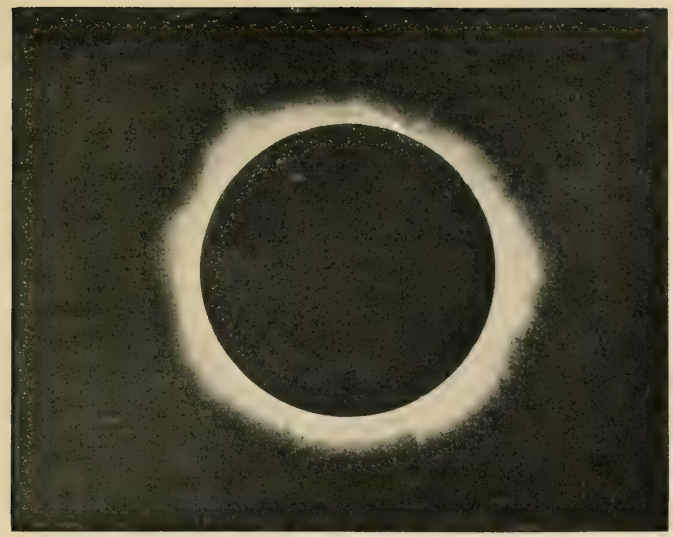


Abb. 141. Protuberanzen am Sonnenrand (oben!)
während der totalen Finsternis vom April 1898
Aufnahme einer Expedition der Lick-Sternwarte

Abb. 142. Protuberanz am Sonnenrand
Photographiert von Prof. Hale 1895 März 25 Kenwood Observat. Chicago. Als Größenmaßstab ist rechts oben die Erde dargestellt.

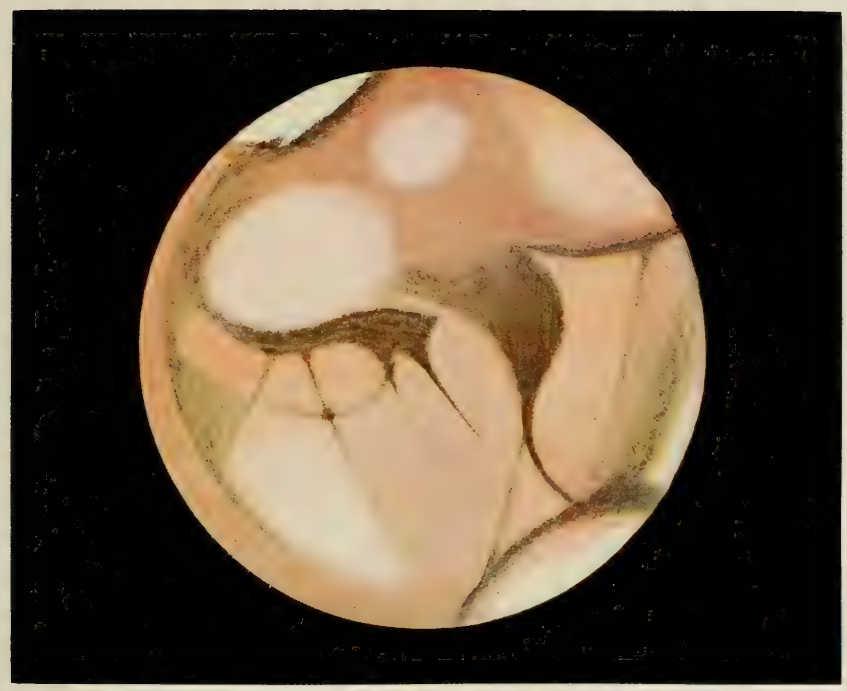
nannten gelben Zwergsterne. Auch die Sonnen im Raum haben ihre Lebensgeschichte, machen eine Entwicklung durch. Ihre Farbe, ihre Temperatur, ihr Spektrum zeigt das Stadium, das sie erreicht haben. Es gibt heißere und kältere Sonnen als die unsere. Auch die Größe eines Sternes spielt bei diesem „Lebensgang der Sterne" eine große Rolle. Wir kennen diese Entwicklung besser als die Einzelerscheinungen, die unsere eigene Sonne uns erkennen läßt.

In großen Zügen stellen sich die Verhältnisse auf Grund unseres heutigen Wissens etwa folgendermaßen dar:

Die Sonne ist ein Ball, der aus glühenden Gasen besteht. An ihrer Oberfläche herrscht eine Temperatur von etwa 6500—7000 Grad. Da die Temperatur des Weltenraumes dem absoluten Nullpunkt nahe liegen muß, also nahe bei 273 Grad Kälte liegt, so muß ständig eine starke Wärmeabgabe der Sonne in den Raum hinaus erfolgen, müssen die Oberflächenschichten des Glutballes sich wesentlich abkühlen. Diese kühleren Schichten sinken nieder, neue hocherhitzte Massen steigen auf, und dieses Durcheinanderwirbeln der Gasmassen verschiedener Dichte, Schwere und Temperatur an der Sonnenoberfläche, muß jene verwickelten Erscheinungen zuwege bringen, die wir in Form von Sonnenflecken, Fackeln, Protuberanzen usw. beobachten. — Die tieferen Schichten des mächtigen Balles müssen eine weitaus höhere Temperatur haben als oben angegeben, aber infolge des ganz unvorstellbar großen Druckes, dem diese Stoffe ausgesetzt sind, befinden sich die Gase in einem eigenartigen Zustand der Verdichtung, des Gebundenseins.

Tritt infolge von Vorgängen auf der Sonnenoberfläche da und dort eine plötzliche Verminderung dieses Druckes ein, so können aus dem Sonneninnern explosionsartig Massen emporgeschleudert werden. Es scheint, als ob die Protuberanzen, die mächtigen Fontänen von Wasserstoffgasen und Kalziumdämpfen als solche Ausbrüche anzusehen sind. — Wie sich infolge der Abkühlung in den Höhen der irdischen Lufthülle die von der Sonne aus Meeren und Flüssen verdampften Wassermengen verdichten und zu Wolken formen, so müssen auch in den höheren Schichten der Sonnenatmosphäre, die natürlich aus glühenden Gasen besteht, infolge der dort wesentlich geringeren Hitze die Dämpfe der Stoffe, die bei solcher Temperatur schon zur Kondensation neigen, sich ebenfalls zu Wolken, zu Wolken von Metalldämpfen usw. verdichten. Die Erscheinung der Granulation dürfte nichts anderes sein als diese Wolkenschicht. Auch die Sonnenflecke scheinen solchen Hitzeunterschieden der verschiedenen Sonnenschichten ihre Entstehung zu verdanken. Mit großer Deutlichkeit zeigen neuere Beobachtungsmittel, daß das Gebiet eines Sonnenfleckes ein gewaltiger Wirbel ist, und daß die Materie dort in sehr verschiedenen Höhen durcheinanderwogt, so daß wir uns das Ganze als einen durch heißere und kältere Ströme erzeugten rotierenden Gastrichter vorstellen können, dessen Kern der eigentliche dunkle Sonnenfleck ist. Dieser besteht wahrscheinlich aus bedeutend kühlerer Materie als die Umgebung und strahlt daher auch weniger Licht aus. Die Arbeiten von Hale haben den Nachweis erbracht, daß das Gebiet eines Sonnenfleckes durch stark elektrisch geladene Wirbel verschieden heißer Gase ausgezeichnet ist.

Im allgemeinen kann man auf der Sonnenoberfläche drei Schichten unterscheiden. Die erste Schicht ist die Photosphäre, die eigentliche leuchtende Sonnenoberfläche. Darüber lagert die Chromosphäre, die vor allem



Planet Mars in einem großen Fernrohr

Protuberanzen am Sonnenrande

Wasserstoff und Kalzium enthält und durch das Auftreten der Protuberanzen charakterisiert ist. Die nach außen immer dünner werdende Sonnenatmosphäre geht endlich in die Korona über, den zarten Lichtschleier, der zum Teil aus Staubmassen besteht. Das Spektroskop hat Eisen, Kohlenstoff, Chrom, Kalzium, Nickel, Blei, Kalium, Sauerstoff, Natrium und viele andere irdische Elemente auf der Sonne nachgewiesen; wir sehen daraus, daß die chemische Zusammensetzung der Sonne der Erde im großen und ganzen gleichkommt.

Ein phantasievoller französischer Künstler hat einmal ein eigenartiges Bild geschaffen, das er „Das letzte Menschenpaar" nannte. In einer bizarr geformten Eishöhle, von deren Decke ungeheure Eiszapfen niederdräuen und

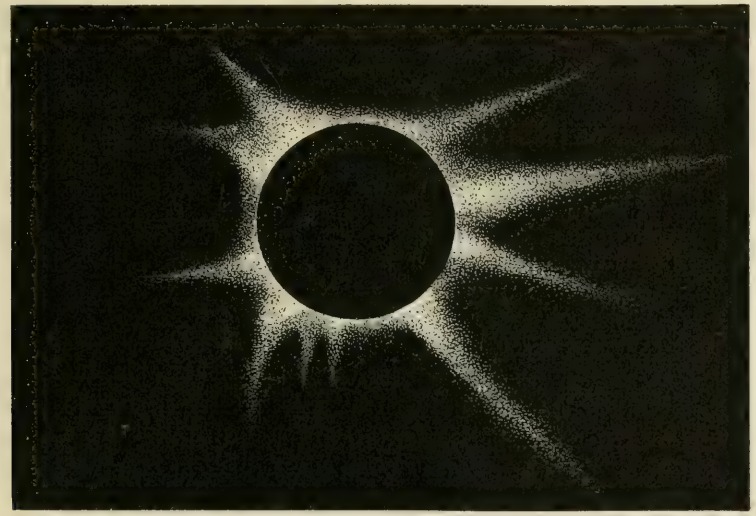


Abb. 143. Die Strahlen der Sonnenkorona
während der totalen Finsternis vom 19. August 1887

deren Wände und Boden in starrem Frost glitzern und spiegeln, kauern eng umschlungen zwei Skelette — das letzte Menschenpaar, das hier erstarrte. Der Maler hat in diesem Kunstwerk, das auf den Beschauer einen tiefen Eindruck macht, jene Theorie in ihren letzten Konsequenzen zur Darstellung gebracht, die zu beweisen sucht, daß infolge der Abnahme der Sonnenstrahlung die Erde immer kälter werden müsse, und endlich die letzte Generation am Aequator als Eskimo verkümmern werde in Nacht und Eis.

Eine gruselige Perspektive! Aber für ängstliche Leute sei gesagt, daß nach neueren Erkenntnissen das ja sicher dermaleinst auf Erden erlöschende Leben ganz anders enden dürfte, und daß unser Sonnenball auf jeden Fall noch ungezählte Jahrmillionen seine Licht- und Wärmewellen zu uns niedersenden wird. Die von dem Astrophysiker See für die Lebensdauer der Sonne gefundene Zahl von 30 Millionen Jahren läßt erkennen, daß diese Sorge nicht gerade eine aktuelle genannt werden kann.

Licht! Der Wunder größte
liegen in deinem Reich.
Rätsel und Lösung
bist du zugleich!

Ein seltsamer Lichtschein

Die Großstadt und der Himmel. Ein schwacher Lichtschein und seine Sichtbarkeit. Die Entdeckung des Zodiakallichtes und die Ableitung seines Namens. Die Lichtbrücke und der Gegenschein. Reflektiertes Sonnenlicht. Der Krakatau-Ausbruch und die durch ihn hervorgerufenen Lichterscheinungen. Die leuchtenden Nachtwolken. Das Zodiakallicht ein Staubring der Sonne.

Wenn die letzten Blüten fallen, wenn die Blätter bunt werden und aus den Gründen die Herbstnebel emporsteigen, dann breitet Urania, die Himmelsgöttin, ihren dunklen Mantel mit den blitzenden Sternen um so feierlicher aus. Auch das kleinste Demantsplitterchen in ihrem Geschmeide wird sichtbar, und der in mildem Lichte leuchtende Saum ihres Gewandes, die Milchstraße, von der Helligkeit der Sommernacht verdeckt, tritt schimmernd hervor. Der Spätherbsthimmel ist in unseren Gegenden von hoher Schönheit, aber der Großstädter, der unter einem Himmel der verschiedenfarbigsten elektrischen Sonnen und Monde einherwandelt, sieht von all dem herzlich wenig; wenn die Leute in der großen Stadt es nicht aus der Schule und aus den Büchern wüßten, daß es da droben Sterne gibt, sie würden es kaum merken. Achtet man einmal bei sehr klarem Himmel darauf, wie es um die Sichtbarkeit der Sterne in den Straßen einer Großstadt, z. B. Berlins bestellt ist, so findet man, daß — während draußen in den verhältnismäßig dunklen Alleen der Vororte bequem die Sterne der ersten fünf Größenklassen sichtbar sind — an den hellsten Punkten in den großen Verkehrsstraßen nur noch die allerhellsten Sterne, die der ersten Größenklasse dem Auge erkennbar werden, also nur etwa fünf oder sechs an der Zahl; an weniger scharf beleuchteten Stellen sieht man auch noch die Sterne der zweiten Größe, und nur dort, wo Gaslaternen brennen und keine helle Schaufensterbeleuchtung in der Nähe ist, treten noch die Sterne dritter Größe hervor; Sterne vierter und fünfter Größe bleiben vollkommen unsichtbar, und die Milchstraße, jenes aus

Abb. 144. Das Zodiakallicht über einer Heidelandschaft
Nach einer Zeichnung von M. Eiffler

Millionen von Sternen gewebte Band, das den Himmel überspannt, bleibt in den Straßen der City, in dem Meer von Licht, in dem leuchtenden Dunst der über der Millionenstadt liegt, wie hinter einem Schleier verborgen.

Jener seltsame, nur schwer sichtbare Lichtschein, von dem ich hier einiges erzählen möchte, wird wohl nur wenigen aus eigener Anschauung bekannt sein; gehört er doch in unseren Gegenden zu den schwierigsten Objekten, die selbst draußen in der freien Natur, wo kein Lichtstrahl das Auge blendet, nur höchst selten, und auch dann nur zu gewissen Zeiten sichtbar werden. Im Frühjahr, nach Einbruch der Dunkelheit, dort, wo die Sonne untergegangen ist, und im Herbst vor Sonnenaufgang, dort, wo das Tagesgestirn empor-

steigen soll, ist dieser Lichtschein in Gestalt eines ganz schwachen, ziemlich breiten Kegels zu erkennen, dessen Spitze etwa in halber Höhe zum Zenith zu suchen ist. (Abb. 144.) Ich selbst habe, obgleich ich sehr oft nach diesem Schein Umschau halte, nur zwei- oder dreimal im Laufe langer Jahre diesen Lichtkegel zu Gesicht bekommen; er ist weitaus weniger hell als die Milchstraße, und der Laie ist leicht geneigt, ihn mit dem bei der Morgen- und Abenddämmerung im Osten resp. Westen sichtbaren Dämmerungslicht zu verwechseln. In manchen Gegenden, vor allem in den Tropen und speziell auf den großen Grassteppen Mexikos, soll dieser Schein eine ganz auffällige, alltägliche Erscheinung sein, die das ganze Jahr hindurch beobachtet werden kann. Ich war sehr überrascht, das bei uns trotz aller Mühe kaum deutlich erkannte Licht während meines dreijährigen Aufenthaltes an der Front, insbesondere in der Champagne, alle Jahre wochenlang ohne jede Anstrengung und auch für jeden Laien auffällig zu sehen. Vermutlich ist der Schein veränderlich in seiner Leuchtkraft; daß er aber in unseren Gegenden von jeher sehr wenig auffällig war, zeigt der Umstand, daß er erst im 17. Jahrhundert auf Grund der Beobachtungen des Pfarrers Childrey die Aufmerksamkeit der Gelehrten erweckte, und daß erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts der bekannte Astronom Cassini daran ging, das eigenartige Phänomen zu erforschen und zu erklären. Trotzdem ist dieser Lichtschein auch heute noch ein Schmerzenskind der astronomischen Wissenschaft, und es läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, wie er zustande kommt.

Bekanntlich heißt die schmale Zone, in der die Sternbilder Widder, Stier, Zwillinge, Krebs usw. liegen, durch die die Sonne im Laufe eines Jahres bei ihrer Wanderung hindurchläuft, „Zodiakus“ oder „Tierkreis“, und da jener merkwürdige Lichtschein stets in dieser nämlichen Zone liegt, hat man ihn „Zodiakallicht“ oder „Tierkreislicht“ genannt. Es zeigt sich ferner deutlich, daß eine gerade Linie, von der Spitze des Lichtkegels durch dessen Mitte hindurchgelegt, auf die unter dem Horizont stehende Sonne zuführt. (Abb. 145.) Mit der Stellung der Sonne und mit der Änderung der Lage des Tierkreises zum Horizont, ändert sich auch die Lage des Zodiakallichtes, das zumeist in ziemlich schräger Linie, wie der Strahl eines sehr schwachen Scheinwerfers, am Himmel aufsteigt, nur mit dem Unterschiede, daß eben die breite Partie unten am Horizont, und die Spitze oben am Himmel liegt.

Fortgesetzte genaue Beobachtungen haben nun dargetan, daß das Zodiakallicht in der Kegelspitze durchaus nicht sein Ende erreicht; es setzt sich vielmehr von dort aus in Form einer äußerst schwachen Lichtbrücke fort, nach der anderen Himmelsseite hinüber; hier wird dann der Schein wieder breiter, so daß also bei günstigem Himmel ein geübtes Auge nicht nur im Westen den Lichtkegel erblickt, sondern auch im Osten einen viel schwächeren zweiten Kegel, der mit dem ersten durch eine feine Lichtbrücke

verbunden ist. Der erste, der diese Erscheinung sah, war der große Naturforscher Alexander v. Humboldt, der vor nunmehr hundert Jahren auf einer Tropenreise darauf aufmerksam wurde.

Der Astronom Brorsen entdeckte dann in diesem schwachen Teil des Zodiakallichtes einen helleren Schein, der immer genau an dem Punkt des Himmels zu finden ist, der dem Orte, den die Sonne inne hat, gegenüberliegt. Man hat diesen helleren Fleck den „Gegenschein" genannt. Diese Entdeckungen zeigten, daß das Zodiakallicht durchaus nicht ein einfacher, von der Sonne ausgehender Lichtstreifen ist, wie man wohl anfangs glaubte, sondern ein kompliziertes Gebilde. Zuweilen kann man in südlicheren Breiten sehen, daß es sich um einen den ganzen Himmel überziehenden Bogen von etwa vierzig Vollmondbreiten-Durchmesser handelt.

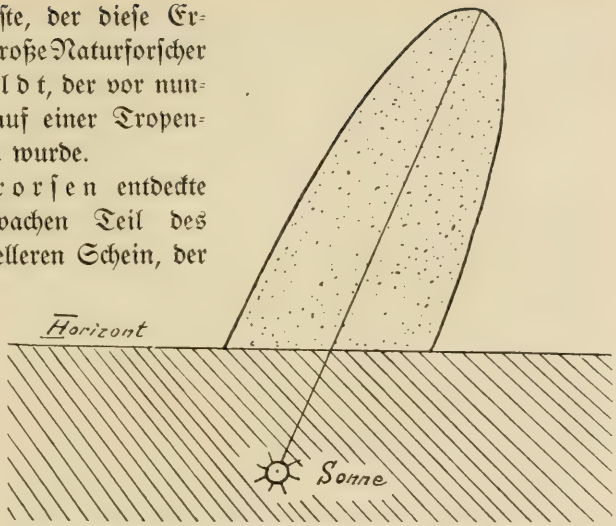


Abb. 145. Lage des Zodiakallichtes zum Horizont und zur Sonne

Man hat natürlich das Licht des rätselhaften Gebildes untersucht, und das Polariskop, ein Instrument, das imstande ist anzugeben, ob ein leuchtender Körper selbstleuchtend ist (wie etwa die Sonne) oder nur fremdes Licht reflektiert (wie der Mond oder ein beleuchtetes Blatt Papier), zeigt deutlich, daß es sich hier um reflektiertes Sonnenlicht handelt. Auch das Spektroskop, in dem das Licht durch Glasprismen in seine Bestandteile zerlegt wird, weist mit Bestimmtheit darauf hin, daß wir es nur mit einer Zurückwerfung von Sonnenlicht zu tun haben.

Wir kommen nun zu der Hauptfrage, nämlich der, was es eigentlich mit diesem Licht für eine Bewandtnis hat, denn ohne Zweifel ist doch das Zodiakallicht ein körperliches Gebilde, respektive geht es von einem solchen aus. Als im Jahre 1883, am 20. Mai, in der Sundastraße der furchtbare Ausbruch des Vulkans Krakatau erfolgte, wohl die großartigste Katastrophe, die die Welt seit Menschengedenken erlebte, wo unter ungeheurem Getöse, bei fast einen Monat anhaltendem Ausbruch glühender Massen, endlich ein Teil der Insel ins Meer versank, sich andere Inseln bildeten, eine ungeheure Flutwelle bis an die Gestade Amerikas brandete, 50 000 Menschen ihren Untergang fanden, und das Meer meilenweit mit Asche, Bimstein, Leichen so dicht bedeckt war, daß kaum die Dampfer sich

Abb. 145a. Zur Theorie des Zodiakallichtes
Eine flache Staubscheibe, die die Sonne umgibt, und die noch über die Erdbahn hinausreicht

hindurch zu winden vermochten, und die Luftdruckwelle bis nach Berlin bemerkbar wurde, — als diese schreckliche Katastrophe stattfand, machten sich auf der ganzen Erde eigentümliche Lichterscheinungen bemerkbar. In der Umgebung der Krakatauinsel herrschte tagelang undurchdringliche Nacht, in größeren Entfernungen hatte der Himmel wochenlang ein merkwürdig trübes Aussehen, die Sonne erschien am Tage blutrot, halb verschleiert; an anderen Orten nahm der Mond eine stark grünliche, seltsame Lichteffekte gebende Färbung an, und bei uns war, wie sich vielleicht noch mancher erinnern wird, mehrere Wochen lang abends nach Sonnenuntergang der Himmel stundenlang glühendrot. All diese Erscheinungen wurden hervorgerufen durch die ungeheuren Aschenmengen, die der Feuerberg auf jener Schreckensinsel mehrere Wochen hindurch in die Luft emporgeschleudert hatte, und die sich durch Luftströmungen über die ganze Erde verteilt hatten, ja zum Teil auch als feiner Staubfall in Europa niedergingen. Nach und nach schwanden all diese Erscheinungen in dem Maße, als sich die Atmosphäre durch große Niederschläge reinigte, aber nun zeigte es sich, daß in den höchsten Schichten der Atmosphäre große Verdichtungen dieses vulkanischen Staubes in Gestalt von merkwürdigen Wolken übriggeblieben waren, die noch lange nach Sonnenuntergang, wenn der ganze Himmel schon dunkel war, in ziemlicher Helligkeit sichtbar blieben. Diese Gebilde, die sogenannten „Leuchtenden Nachtwolken", waren ein ganzes Jahrzehnt hindurch gut wahrnehmbar, und wurden besonders von Jesse in Steglitz zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht. Da sie in einer Höhe von etwa 80 Kilometern über der Erde schwebten, also siebenmal höher als die höchsten gewöhnlichen Wolken, so wurden sie noch lange, nachdem die Sonne unter den Horizont gesunken war, von deren Strahlen getroffen und sichtbar gemacht. (Abb. 146.)

Ich erzähle von diesen durch den Krakatauausbruch verursachten Wolken, weil ihr Licht dem des Zodiakallichtes außerordentlich ähnlich war, und weil,

wie wir gleich sehen werden, auch das Zodiakallicht wahrscheinlich durch solche kleinsten Partikelchen, Staubmassen und vielleicht kleinste Gesteinmassen nach Art der Sternschnuppenkörperchen hervorgerufen wird. Verschiedene Forscher sind zu der Ansicht gekommen, daß das Zodiakallicht durch einen ungeheuren Staubring hervorgerufen wird, der die Erdkugel in großer Entfernung und Ausdehnung umgibt, etwa so, wie der Planet Saturn von einem Ringe ähnlicher Natur, der indessen dichter ist, umkreist wird. Andere Gelehrte, vor allem der Astronom Seeliger, glauben, daß die Sonne von einem Ringe oder besser von einer Scheibe dünnen, feinsten kosmischen Staubes umgeben sei, der bis über die Erdbahn hinausreicht und — das Sonnenlicht reflektierend — uns als Zodiakallicht sichtbar wird. Sehr interessant ist die von Professor Foerster, dem langjährigen Direktor der Königlichen Sternwarte zu Berlin, ausgesprochene Ansicht, daß dieser Lichtschein vielleicht durch ein kometenschweifartiges Gebilde hervorgerufen wird, das die Erdkugel mit sich führt. Am wahrscheinlichsten ist die Erklärung Seeligers. Abb. 145a versucht eine Vorstellung von der die Sonne umschwebenden Staubscheibe zu geben. Auf jeden Fall sind auch heute noch die Akten über diesen seltsamen Lichtschein, dessen Beobachtung denjenigen Lesern, die sich für die Wissenschaft von den Sternen interessieren, empfohlen sei, nicht geschlossen.

Abb. 146. Leuchtende Nachtwolken
Nach einer photographischen Aufnahme von O. Jesse, Steglitz, Juli 1888

Der Morgenstern.

Stern der Liebe, Glanzgebilde,
Glühend wie die Himmelsbraut,
Wanderst durch die Lichtgefilde,
Kündest, daß der Morgen graut.

Wie im herrlichen Geschiebe
Sich des Goldes Pracht verschließt,
So erglänzt du, Stern der Liebe,
Der den Morgen still begrüßt.

Und es treibt mich nach den Sternen
Hell im Dunkel zu erglühn.
Über Berge, über Fernen,
Möcht ich einmal mit dir ziehn.

Th. Körner.

Merkur und Venus, die jüngsten Kinder der Sonne

Von jungen und alten Planeten. Die Entfernung des Merkur. Schwierige Sichtbarkeit dieses Planeten. Die Phasen des Merkur und ihre Entstehung. Merkur ist der kleinste der Hauptplaneten. Merkur-Durchgänge. Vom ewigen Tag und der ewigen Nacht auf Merkur. Eine unbewohnbare Welt. Vom Abend- und Morgenstern. Abend- und Morgenstern sind ein und dasselbe Objekt. Venus ist der hellste aller Planeten. Auch Venus zeigt Phasen wie Mond und Merkur. Die Venusdurchgänge, und wie man aus ihnen die Entfernung der Sonne ermittelt. Der schwarze Tropfen. Jahr und Tag der Venus. Was wir mit dem Fernrohr auf der Venusoberfläche sehen. Polarlichter auf der Venus. Merkur und Venus haben keinen Mond. Die Erde am Himmel der Venus.

Wie die Küchlein um die Henne, wie die Kinder um die Mutter, scharen sich die Planeten um die wärmende Sonne. Sie ist die Allmutter des Planetensystems und die sie umkreisenden Wandelsterne sind ihre Kinder. Es soll an anderer Stelle gezeigt werden, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Planeten in der Tat in des Wortes tiefster Bedeutung „K i n d e r" der Sonne sind, daß sie in der Tat ihrem Leibe entstammen, einst in ihrem Schoße ruhten. Aus Gasmassen, die die damals selbst noch gasige Sonnenkugel vor Jahrmilliarden, „am Anfang der Welt" abschleuderte, entstanden wahrscheinlich die Planeten. So sind sie alle unter einander rechte Geschwister, denen auch mancher gemeinschaftliche, verwandtschaftliche Zug anhaftet. Sind die Ansichten über die Entstehung des Sonnensystems richtig, so folgt aus ihnen, daß die Planeten um so ä l t e r sind, sich um so eher vom Schoße der Sonne loslösten, je weiter sie von der strahlenden Mutter entfernt sind. Der Neptun wäre also der älteste Planet, und Merkur das jüngste Kind der Sonne. Näheres darüber soll, wie gesagt, an anderer Stelle mitgeteilt werden; jetzt aber wollen wir die beiden Jüngstgeborenen der großen Weltkörperfamilie näher betrachten: den sonnennahen M e r k u r und V e n u s, den flammenden Abend- und Morgenstern.

Nur 58 Millionen Kilometer ist der jüngste Bruder der Erde, der kleine, schnellfüßige Merkur, von der Sonne entfernt. Auf Abb. 121 erkennen wir das Entfernungsverhältnis von Merkur und Erde zur Sonne. Ein Eilzug hätte beinahe 75 Jahre zu fahren, um die Strecke Sonne—Merkur zu durchmessen; er wäre aber gut 190 Jahre unterwegs, um von der Sonne zur Erde zu gelangen. Das Jahr des Merkur ist nur kurz; in 88 Tagen hat er seine Bahn einmal durchlaufen. Sein Abstand von der Erde ist sehr verschieden. Steht der Merkur in Abb. 123 im Punkte A seiner Bahn, und die Erde bei B, so stehen sich beide Körper am nächsten; der Planet ist in Erdnähe, und nur 79 Millionen Kilometer liegen zwischen beiden Gestirnen. Befindet sich hingegen die Erde im Punkte C ihrer Bahn und der Merkur steht bei A, so steht er in Erdferne, und 218 Millionen Kilometer trennen beide Kinder der Sonne.

Abb. 147. Planet Merkur
Nach J. V. Schiaparelli

Von der Erde aus gesehen, entfernt sich Merkur nie weit von der Sonne, er ist also immer im hellen Strahlenbereich der Tageskönigin zu suchen, und deshalb auch sehr schwer ohne genaue Kenntnis seines Ortes und ohne ein fest aufgestelltes Fernrohr aufzufinden. So kommt es, daß die wenigsten Menschen je diesen Planeten zu Gesicht bekommen, und selbst den Blicken der Astronomen entzieht er sich, wenn sie nicht ein Fernrohr mit Hilfe der Aufsuchungsvorrichtungen auf den vorausberechneten Ort des Planeten am Himmel richten. Kopernikus soll noch auf seinem Sterbebett bedauert haben, daß er nie den Merkur gesehen. Der Planet ist eben nur kurz vor Aufgang, oder kurz nach Untergang der Sonne, und auch dann noch im Bereich ihrer alles überstrahlenden Lichtfülle zu finden. Dabei ist der Stern an sich sehr hell, und bei totalen Sonnenfinsternissen tritt er als stark funkelnder Stern hervor, wenn der Mond das Tagesgestirn verdeckt. Diese schwierige Sichtbarkeit bringt es auch mit sich, daß wir mit den Fernrohren auf seiner Oberfläche bei weitem nicht so viel wahrnehmen, als bei viel entfernteren Planeten. Einige graue Flecke sind alles, was man in sehr guten Fernrohren entdecken kann. (Abb. 147.) Dafür zeigt aber der Planet genau solche Lichtgestalten, „Phasen" genannt, wie wir sie am Monde

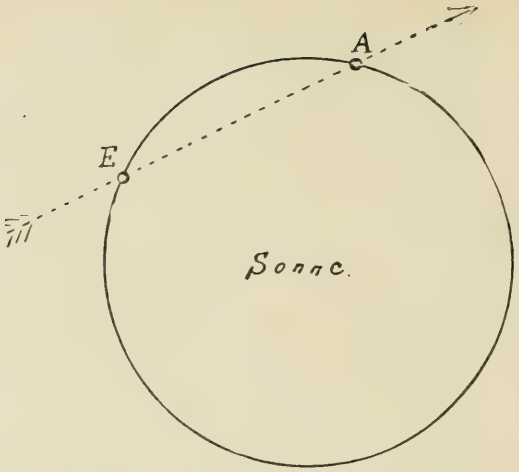


Abb. 148. Vorübergang des Merkur vor der Sonnenscheibe am 14. November 1907
Eintritt 11 Uhr 23 Min. 10 Sek., Austritt 2 Uhr 50 Min. 47 Sek. für Berlin

beobachten. Bald sehen wir ihn als volle Scheibe, bald als mehr oder weniger schmale Sichel, und zu manchen Zeiten wendet er uns, wie der Mond zur Neumondszeit, seine unbeleuchtete Seite zu. Er entschwindet dann also den Blicken gänzlich.

Das Zustandekommen dieser Phasen wird uns sofort klar, wenn wir bedenken, daß der Merkur ebenso wie die Erde ein dunkler Ball ist, der sein Licht von der Sonne empfängt. Wir können natürlich nur die Teile der Merkurkugel sehen, die von der Sonne beschienen werden. Beleuchten wir aber in einem dunklen Zimmer eine Kugel von einer Seite und wandern um sie herum, so werden wir all die Lichtgestalten sehen, die uns der Mond und auch der Merkur zeigen. An Abb. 149 sei der Merkur an verschiedenen Stellen seiner Bahn dargestellt; S ist die Sonne, und die Erde, von der aus wir die Merkurphasen betrachten, liegt bei dieser Darstellung etwa im Auge des Lesers. Bei A steht der Planet der Sonne gegenüber und wendet uns seine vollbeschienene Seite zu; er erscheint dann als kreisrunde Scheibe im Fernrohr, wie der Mond zur Vollmondszeit. Ist er nach B gewandert, so wird nur die rechte Hälfte beschienen, und wir sehen den Merkur in Halbmondgestalt. Nach C zu laufend, erhält die unserer Erde zugekehrte Seite des Planeten immer weniger Licht, und er erscheint als immer schmalere Sichel, bis er im Punkte C gänzlich dunkel und unsichtbar wird, da er der Sonne die beleuchtete, der Erde die unbeleuchtete Hälfte zukehrt. Im entgegengesetzten Sinne wechseln die Lichtgestalten dann auf dem Wege des Planeten von C über D zurück nach A.

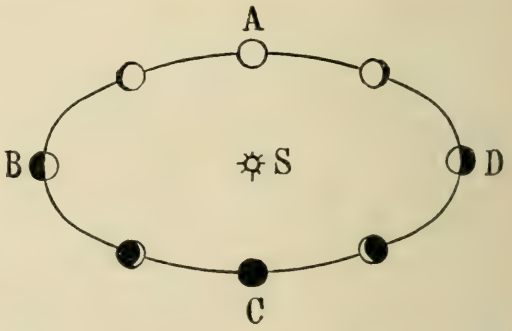


Abb. 149. Wie die Phasen des Merkur und der Venus entstehen

Der Merkur ist weitaus kleiner als die Erde; er ist überhaupt der kleinste der acht Hauptplaneten, was schon aus Abb. 4 hervorgeht. Er hat nur einen Durchmesser von 4816 Kilometern, während der Durchmesser der Erdkugel 12 756 Kilometer beträgt. Der Planet ist also nicht viel größer als der Mond, und nur etwa die Hälfte des Festlandes der Erde hätte auf dem Merkur Platz. Erst 20 Kugeln von der Größe des Merkur gäben eine Erdkugel, und eine einfache Rechnung zeigt, daß auf ihm alle Gegenstände nicht ganz halb so viel wiegen wie auf der Erde.

Die Bahn des Merkur wird von der Erdbahn eingeschlossen, da sich der Planet zwischen Erde und Sonne bewegt. Stehen nun beide Himmelskörper so, wie es in Abb. 123 dargestellt ist, wo S die Sonne, A den Merkur und B die Erde darstellen soll, so befindet sich Merkur von der Erde aus gesehen zwischen Erde und Sonne, und es kann vorkommen, daß er dann (wie der Mond zuweilen zur Neumondszeit) vor der Sonne vorübergeht. Der Mond erzeugt dann, wie wir wissen, eine Sonnenfinsternis, den Merkur aber, der ja im Verhältnis zur Sonne sehr klein erscheint, sehen wir alsdann als ein kleines dunkles kreisrundes Scheibchen vor der Sonne stehen. Er läuft scheinbar durch die Sonnenscheibe hindurch, und wir nennen daher auch ein solches Ereignis einen „Merkur-Durchgang". Wenn sich die drei Körper Sonne, Merkur und Erde in gleicher Ebene im Raum befänden, so müßte bei jedem Umlauf des Merkur um die Sonne, also alle 88 Tage, ein Merkurdurchgang stattfinden; aber ebenso wie der Mond als Neumond meist über oder unter der Sonnenscheibe vor der Sonne vorbeiläuft, und so nicht bei jedem Neumond eine Sonnenfinsternis entsteht, so läuft auch Merkur meist unter oder über der Sonne vorbei, und selten projiziert er sich direkt auf die Sonnenscheibe. Der letzte Durchgang des Planeten ereignete sich am 8. Mai 1924. Am 8. November 1927 und am 11. Mai 1937 finden die nächsten Durchgänge statt, und dann können wir wieder Zeugen des interessanten Phänomens sein.

Die Alten wußten von solchen Merkurdurchgängen nichts, da diese eben dem freien Auge nicht sichtbar sind. Der Durchmesser der Sonne beträgt 1 387 000 Kilometer, der des Planeten Merkur nur 4816 Kilometer. Ständen beide Körper gleich weit von uns entfernt, so würde Merkur auf der Sonnenscheibe 288mal im Durchmesser kleiner erscheinen als diese selbst. Da uns aber der Planet im Augenblick des Vorüberganges vor der Sonne 67 Millionen Kilometer näher steht als diese, so erscheint seine Scheibe nur 160mal kleiner als die Sonnenscheibe. Aber auch das ist noch ein starker Größenunterschied und die Winzigkeit des Planetenscheibchens wird wohl am besten klar, wenn ich sage, daß es von der Größe eines Stecknadelkopfes erscheint, wenn wir die Sonnenscheibe ¼ Meter breit annehmen wollen. Der erste, der einen Merkurdurchgang beobachtete, war der Naturforscher Gassendi. Der große Astronom Kepler hatte das Ereignis für den

7. November des Jahres 1631 vorausberechnet, und es traf auch pünktlich ein. Gassendi beobachtete den Vorgang, indem er das ganze Zimmer verdunkelte und nur ein kleines Löchlein im Fensterladen ließ, durch das die Sonne ihr Bild auf eine weiße Wand warf. Dieses Sonnenbild betrachtete dann Gassendi mit einer Lupe, um den kleinen dunklen Punkt des Merkur zu verfolgen. In Abb. 148 gibt die punktierte Linie den Weg an, den der Planet bei seinem vorletzten Vorübergange, am 14. November 1907, über die Sonnenscheibe hinweg nahm. Solche Ereignisse berechnet der Astronom auf viele Jahre im voraus genau bis auf die Minute, und er kontrolliert das Eintreffen mit seinen Instrumenten, um festzustellen, ob sich Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Planeten bemerkbar machen, die dann schließen lassen, daß der Himmelskörper durch irgend einen Körper in der Nähe der Sonne, vielleicht einen noch nicht entdeckten Planeten, in seinem Lauf gestört wird.

Die Meere und Kontinente der Erde würde man von einem anderen Planeten aus mit Fernrohren leicht als helle und dunkle Flecke wahrnehmen können, und aus ihrer Verschiebung leicht ermitteln, daß sich der Erdball in 24 Stunden einmal um seine Achse dreht. Ebenso beobachten wir von der Erde aus die Flecke auf anderen Planeten und schließen aus ihrer Bewegung auf die Zeit, die der betreffende Himmelskörper braucht, um eine Rotation zu vollenden; mit anderen Worten, wir stellen so fest, wie lange ein „Tag" auf jenem Himmelskörper währt. Die Beobachtung der Flecke auf Merkur zeigt nun, daß sich dieser kleine Bruder der Erde überhaupt nicht in dem Sinne wie die Erde um seine Achse dreht. Ewig wendet er vielmehr der Sonne dieselbe Seite zu, wie es der Mond bezüglich der Erde tut, und ewig ist die andere Seite von der Sonne abgewendet. Sein Tag ist ebensolang wie sein Jahr! Bedenken wir nun, daß dieser Planet wegen seiner großen Sonnennähe durchschnittlich etwa achtmal mehr Licht und Wärme erhält als die Erde (die Sonne erscheint am Himmel des Merkur von gewaltiger Größe, wie aus Abb. 150 hervorgeht), so erkennen wir, daß sich diese seltsame Weltkugel nicht sehr zum Aufenthalt für Erdbewohner eignet. Auf der der Sonne abgewendeten Seite herrscht ewige Nacht und Kälte, während auf der anderen Halbkugel eine für irdisches Leben unerträgliche Siedetemperatur und nimmer einer erquickenden Kühle und Dunkelheit weichende blendende Lichtfülle anzutreffen ist. Auch keine Atmosphäre macht sich bemerkbar, und so gehen wir wohl nicht fehl, wenn wir diese Weltkugel als eine unfruchtbare, unbewohnbare Welt bezeichnen. Vielleicht ist in jenem schmalen Grenzgebiet rund um die Merkurkugel, wo Tag und Nacht, Hitze und Kälte sich scheiden, ein kümmerliches Leben möglich, und mit einiger Phantasie können wir uns ausmalen, wie sich um diese alleinbewohnbare Zone die Bewohner dieses Planeten, wenn solche je existierten, stritten in jahrhundertelangen Kämpfen. Aber wie gesagt, von all dem wissen wir nichts,

hier hört das Wissen auf, und in das weite, luftige Reich der Phantasie hinüber verlieren sich unsere Gedanken.

*

Vor Jahren fuhr ich einmal eine größere Strecke mit einem Dampfer; es hatte geregnet und bei Einbruch der Dunkelheit wurde im Westen der Himmel klar, und aus dem dunklen Wolkentor trat blendend hell plötzlich ein flammender Stern, die schöne Venus, hervor. Alle Blicke der wenigen Passagiere des Dampfers richteten sich auf das funkelnde Gestirn, das gleich einem Symbol, gleich einer Verheißung, nach schweren Regenwettern dem Dunkel entstieg. „Der Abendstern", sagte ein Herr zu seiner Begleiterin, und diese antwortete, daß sie früher einmal auf einer Eisenbahnfahrt ganz früh am Morgen einen ebenso hellen Stern gesehen habe; wahrscheinlich sei es der „Morgenstern" gewesen. Ein Dritter mischte sich nun in das Gespräch und erklärte, daß dies derselbe Stern gewesen sei, denn Abendstern und Morgenstern seien ein und dasselbe Gestirn, nämlich die Venus. Der erste Herr wollte das nicht glauben, und da seine Einwände mangelnde Kenntnis durch Überfluß an Pikiertheit ersetzten, so entstand schließlich ein recht unerquicklicher Streit, den der so friedliche und schöne Abendstern heraufbeschworen hatte. Der Leser vermag, wenn er das soeben bei Betrachtung des Merkur Gesagte überdenkt, bereits in der Streitfrage Schiedsrichter zu sein. Auch die Bahn der Venus wird, wie die des Merkur, von der Erdbahn umschlossen (Abb. 120), auch die Venus steht daher immer in der Nähe der Sonne, wenn sie auch erheblich weiter von ihr abrücken kann als der sonnennächste Planet, ihr Nachbar, denn sie ist fast noch einmal so weit von der Sonne entfernt als er, nämlich 108 Millionen Kilometer.

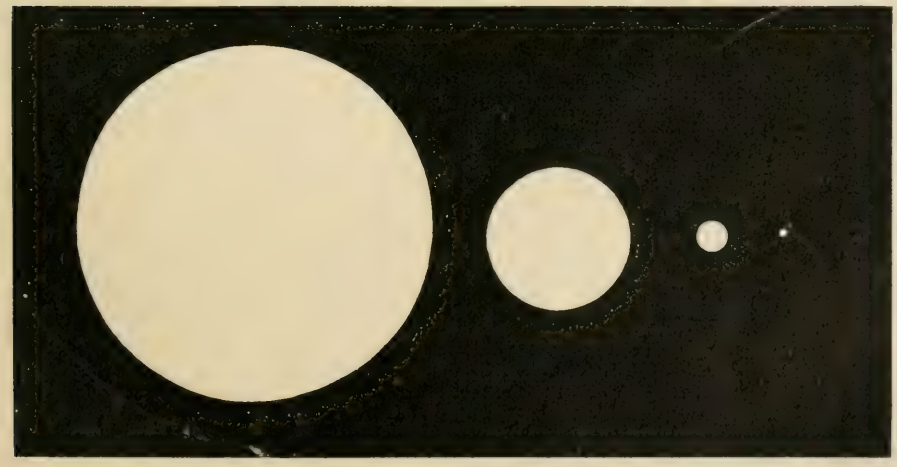


Abb. 150. Wie groß die Sonnenscheibe auf Merkur (links), Erde, Jupiter und Neptun (rechts) erscheint

Von der Erde aus gesehen steht also die Venus immer in der Nähe der Sonne, und wir müssen den hellen Stern daher immer unweit der Sonne suchen. Immerhin kann sich Venus 100, der Merkur nur 50 Vollmondsbreiten von der Sonne entfernen. Nie kann die Venus, wie etwa der Jupiter oder der Mars, um Mitternacht hoch am Himmel oder der Sonne gegenüber zu stehen kommen, denn die Bahnen, die diese Sterne um die Sonne beschreiben, umspannen die Erdbahn, und wenn die Kreise, die sie um die Sonne ziehen, sichtbar wären, so würden wir sie in Gestalt eines den ganzen Himmel umspannenden Ringes sehen. Somit ist auch klar, daß wir diese Sterne den ganzen Himmel umwandern sehen können. Venus und Merkur bleiben aber immer dicht bei der Sonne. Bald stehen sie links, bald rechts von ihr. Steht nun die Venus *links* von der Sonne, so steht sie bei Sonnenuntergang *über* ihr und geht daher auch *später* unter als das Tagesgestirn; sie ist also dann nach Sonnenuntergang als sogenannter „*Abendstern*" im Westen sichtbar. Wie man sich durch ein wenig Nachdenken leicht klar machen kann, steht der Stern dann morgens sozusagen *unter* der Sonne und geht *nach* dieser auf, bleibt dann natürlich in der Helligkeit unsichtbar. — Steht nun aber die Venus *rechts* von der Sonne, so steht sie bei Sonnenuntergang *unter* der Sonne und geht *früher* unter als diese, sie ist dann abends natürlich nicht zu sehen. Morgens aber geht sie nun *vor* der Sonne auf und erscheint im Osten am Morgenhimmel als „*Morgenstern*".

Venus ist der hellste aller Planeten; das Licht dieses schönen Sternes ist so stark, daß man ihn oft sogar am hellen Mittag unweit der Sonne wie einen winzigen Demant funkeln sieht, und die Dichter aller Völker, sowohl des Altertums wie der Neuzeit, haben diesen hellsten aller Sterne begeistert besungen. Sein Licht ist zu manchen Zeiten so intensiv, daß es von den Gegenständen einen deutlichen Schatten wirft. Am besten kann man das erkennen, wenn man im Winter, wenn der Himmel möglichst dunkel ist, nach Sonnenuntergang und zu einer Zeit, wo Venus im höchsten Glanze steht, in ihrem Schein draußen im Freien, von jedem Lichte fern, den Schatten der Hand oder eines kleinen Gegenstandes auf ein weißes Blatt Papier zu projizieren sucht.

Alles, was wir an Hand der Abb. 149 über die Lichtgestalten des Merkur gesagt haben, gilt auch von der Venus; auch sie zeigt sich bald als volle Scheibe, bald als Sichel und ist zu gewissen Zeiten, wenn sie zwischen Sonne und Erde steht (bei C in der erwähnten Figur), vollkommen unsichtbar wie der Mond zur Neumondszeit. Man sollte nun meinen, daß wir die Venus dann am hellsten am Himmel funkeln sehen, wenn sie ihre vollbeleuchtete Scheibe der Erde zuwendet, wie ja auch der Vollmond heller ist als der Mond im ersten Viertel; das ist aber durchaus nicht der Fall; sie ist hingegen dann in höchstem Glanze, wenn sie sich im Fernrohr als Sichel zeigt, wenn also nur

ein kleiner Teil der uns zugewendeten Hälfte erleuchtet wird. Auf Abb. 151 ist die Größe der Venus, von der Erde aus gesehen, in ihren verschiedenen Phasen dargestellt. Man sieht, daß sie am größten ist, wenn sie als schmale Sichel, und daß sie am kleinsten ist, wenn sie als volle Scheibe leuchtet. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich auf sehr einfache Weise! Die schöne Venus steht uns nämlich dann am nächsten, wenn sie Sichelgestalt hat und ist in Erdferne, wenn sie voll erleuchtet ist. Die Erde hat sich der Leser auf Abb. 149 etwa in seinem Auge zu denken und wenn die Venus links oder rechts von C als Sichel in höchstem Glanze strahlt, steht sie folglich der Erde weitaus näher (etwa 145 Millionen Kilometer), als wenn der Planet als volle Scheibe bei A steht. Bis auf 40 Millionen Kilometer kann sich uns der schöne Abend- und Morgenstern nähern, viel mehr als jeder andere der acht großen Planeten, und er ist deshalb auch ein so auffälliges Objekt. Ich erinnere mich eines jungen Mannes, der häufig zur Sternwarte kam und mit unbewaffnetem Auge die Sichelgestalt der Venus zu erkennen vermochte. Reisende berichten übrigens, daß in Persien und Indien die Veränderung der Lichtgestalt dieses Planeten sehr häufig von den scharfsichtigen Landleuten bei dem wundervoll klaren Himmel erkannt wird; in Anbetracht unserer schlechten Luftverhältnisse ist das in unseren Gegenden fast ausgeschlossen.

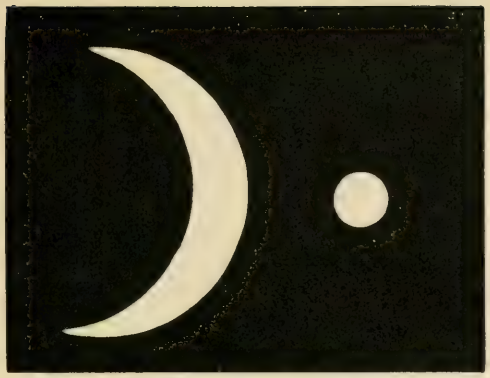


Abb. 151. Größe der Venus als Sichel und als volle Scheibe

Zuweilen fügt es sich so, daß die Venus, wenn sie zwischen Erde und Sonne steht, genau so wie der Merkur vor die Sonne tritt. Dann sehen wir unseren Nachbarplaneten ebenfalls als kleines dunkles Scheibchen auf der hellen Sonnenkugel. Ein solcher, nur im Fernrohr zu beobachtender Vorübergang der Venus vor der Sonne wird „Venusdurchgang" genannt und ist aus mancherlei Gründen für den Astronomen noch wichtiger als ein Merkurdurchgang, denn durch sorgfältige Beobachtungen und mathematische Bearbeitung der Beobachtungen läßt sich mit Hilfe dieses Venusdurchganges die Entfernung der Erde von der Sonne, die ja noch immer nicht absolut genau bekannt ist, noch schärfer bestimmen. Die Sternwarten aller Länder rüsten zu diesen wichtigen astronomischen Ereignissen große Expeditionen aus, die sich dorthin begeben, wo der interessante Vorgang zu beobachten ist. Das letzte Mal gab sich die Venus am 6. Dezember 1882 die Ehre, und nur wenige konnten sich einen Logenplatz im großen Welttheater zu diesem seltenen

Abb. 152. Vorübergang des Planeten Venus vor der Sonne
Nach Harding

Schauspiel besorgen; in einem Jahrhundert ereignet sich das Phänomen höchstens zweimal, und zum nächsten Venusdurchgang, der am 8. Juni 2004, 9 Uhr morgens stattfindet, sei der Leser schon heute freundlichst eingeladen.

Die Venus erscheint also als eine dunkle kleine Scheibe auf der Sonne, wenn sie vor ihr vorbeispaziert, etwa so, wie es auf Abb. 152 dargestellt ist. Da sie uns aber sehr nahe steht, sich uns bis auf rund 40 Millionen Kilometer nähern kann, so sehen sie zwei Beobachter von recht weit voneinander entfernten Punkten der Erdoberfläche, etwas in ihrer Lage vor der Sonne verschoben, sie sehen sie an *verschiedenen Punkten der Sonne*, wie es auf Abb. 154 angegeben ist. Aus dieser Tatsache ziehen die Astronomen Nutzen und wenden sie an, um die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen. E in Abb. 153 sei die Erde, V die Venus und S die Sonne. Der Beobachter, der bei a auf der Erde steht, sieht die Venus zu bestimmter Zeit im Punkte c der Sonnenscheibe, während sie der Beobachter bei b gleichzeitig im Punkte d gewahrt. Betrachten wir nun einmal die

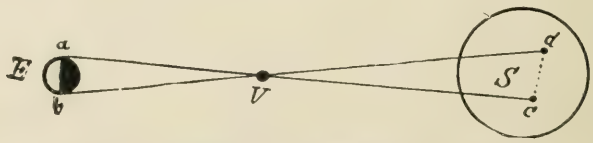


Abb. 153. Messung der Sonnenentfernung bei einem Venusdurchgang

beiden großen Dreiecke, die sich in unserer Figur ergeben. Das Dreieck a V b und c V d. Beide sind einander ähnlich, beide haben bei V den gleichen Winkel. Wir haben schon im Kapitel „Wie man die Entfernung und Größe der Sterne findet" dargelegt, daß die „*Parallaxe*", die scheinbare Verschiebung, die ein Gegenstand erleidet, wenn man ihn von zwei verschiedenen Punkten aus betrachtet, um so größer wird, je näher uns der Gegenstand steht, und je weiter die Orte voneinander entfernt sind, von denen aus wir ihn betrachten (siehe auch Abb. 115, S. 133). So wird auch der Ortsunterschied, den die Venus für unsere beiden Beobachter auf der Sonne zu haben scheint,

also die Strecke c d in Abb. 153, um so größer sein, je weiter beide Astronomen voneinander auf der Erde entfernt sind und je näher uns die Venus steht. Zwischen der Strecke a b auf Erden und zwischen der Strecke c d auf der Sonne, zwischen der Entfernung der Venus von der Erde und der Entfernung der Venus von der Sonne bestehen also gewisse Beziehungen, die eben dazu dienen, die Entfernung der Sonne zu finden. Es läßt sich leicht zeigen, und ein bekannter Lehrsatz der Geometrie lehrt es, daß sich die Entfernung der beiden Beobachter auf der Erde, also die Strecke a b zur Strecke c d verhält, wie sich die Entfernung der Erde von der Venus (die Linie a V) zur Entfernung der Venus von der Sonne (der Linie V c) ver-

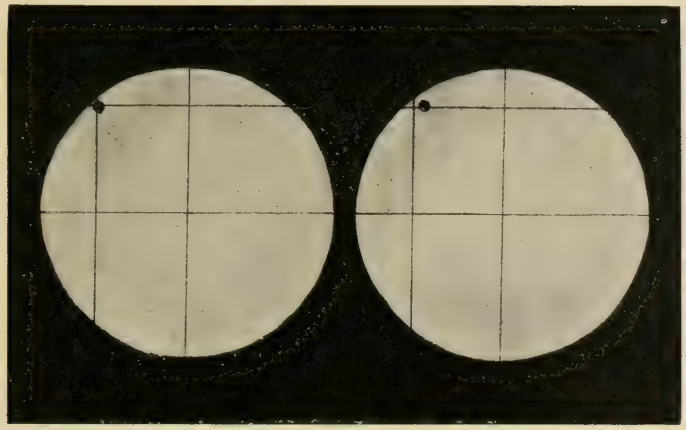


Abb. 154. Venus vor der Sonnenscheibe
am 8. Dezember 1874. Zur gleichen Zeit gesehen von einem Beobachter zu Ispahan und einem Beobachter auf den Aucklandsinseln

hält. Kennen wir mithin die Entfernung der beiden Beobachter auf der Erde, und kennen wir die Strecke c d auf der Sonne, so ist es nicht schwer, die Entfernung Erde-Sonne zu finden.

Die Entfernung der beiden Beobachter voneinander ist natürlich leicht zu ermitteln, und Aufgabe der nach den verschiedenen Erdpunkten entsandten Expeditionen ist es, genau die Lage des kleinen Venusscheibchens auf der Sonne zu messen, um später jene Strecke c d finden zu können. Zu dem Zweck muß besonders gut der Moment des Ein- und Austritts der Venus auf der Sonnenscheibe gemessen werden, aber hier tritt eine eigenartige Erscheinung den Meßkünsten der Astronomen hindernd in den Weg. Wenn wir zwei Fingerspitzen ganz leicht aneinander legen, so, daß sie sich eben gerade berühren, und wir halten nun die Fingerspitzen gegen das Licht, so sehen wir, wie scheinbar zwischen den Fingerspitzen ein kleines Verbindungs-

stück entstanden ist; die Finger scheinen nicht direkt aufeinander zu liegen, sondern ein kleiner Schatten bildet die Brücke. Eine ganz ähnliche Erscheinung tritt bei der Berührung der Ränder der beiden Himmelskörper Sonne und Venus bei einem Venusdurchgang auf. Die Ränder berühren sich nicht glatt, sondern von der Venus geht eine kleine Verbindung zum Sonnenrand hinüber, so daß die Venus nicht mehr als eine kreisrunde Scheibe, sondern als ein abreißender Tropfen erscheint, wie es in Abb. 155 dargestellt ist. Man nennt dieses Phänomen auch den „Schwarzen Tropfen", und es leuchtet ein, daß er ein genaues Messen des Berührungsmomentes der beiden Ränder sehr erschwert. Hervorgerufen wird der Schwarze Tropfen durch die Tatsache, daß dunkle Körper auf hellem Grunde kleiner, helle auf dunklem Grunde größer erscheinen. Beides wirkt in diesem Falle zusammen. Aus verschiedenen Venusdurchgangsbeobachtungen hat sich die Entfernung der Sonne zu 148 600 000 Kilometern ergeben.

An Größe ist der schöne Abend- und Morgenstern der Erde fast gleich. Der Durchmesser der Venuskugel beträgt 11 970 Kilometer. Da sie der Sonne weitaus näher steht als die Erde, ist ihre Umlaufszeit auch kürzer; das Jahr der Venus dauert nur 224¾ Tage. Trotzdem dieses Gestirn uns so nahe kommt, groß und blendend hell in unseren Fernrohren sich darbietet, können wir auf seiner Oberfläche wenig wahrnehmen, gerade wegen der alles überstrahlenden Leuchtkraft des Sterns. Aus diesem Grunde ist auch heute noch die Frage ungelöst, ob Venus, ähnlich der Erde, eine Rotation von einigen zwanzig Stunden hat (was neuerdings für wahrscheinlicher gilt), oder gleich dem Merkur der Sonne immer dieselbe Seite zuwendet. Zweifellos aber besitzt die Venus eine Atmosphäre wie die Erde. Bei den Vorübergängen des Planeten vor der Sonne sieht man im Fernrohr rings um die Venuskugel einen hellen Lichtsaum (Abb. 152); es ist dies die von den Sonnenstrahlen hell erleuchtete Atmosphäre dieses Weltkörpers. Auch sonst sieht man übrigens in guten Instrumenten auf der Venus graue Flecke, die zum Teil zweifellos von Wolkenmassen herrühren, anderseits aber wohl feste Partien der Venusoberfläche, Länder oder Meere sind. (Abb. 157.) Die außerordentliche Helligkeit des Gestirns erschwert bedeutend die Beobachtung, und der Astronom zieht es daher häufig vor, diesen Stern am hellen Tage im Fernrohr

Abb. 155. Der schwarze Tropfen

zu beschauen, weil dann wegen der allgemeinen Helligkeit des Himmels die Überstrahlung im Glase nicht so stark ist. An den Polen der Venus bemerkt man weiße Flecke, die vielleicht als Eis- und Schneemassen anzusprechen sind, auch lassen helle Lichtpünktchen respektive Ausbuchtungen dort, wo Tag und Nacht sich auf der Venuskugel scheiden, auf Bergzüge oder -gipfel schließen. Eine noch unaufgeklärte Erscheinung ist jener matte Lichtschimmer auf den unbeleuchteten Teilen der Venuskugel, also in den Nachtgebieten des Planeten, die eigentlich tief dunkel erscheinen müßten. Der bekannte Astronom M. Wilhelm Meyer hat die interessante Hypothese aufgestellt, daß dieser Schein durch starke Polarlichter auf der Venus hervorgerufen werden könnte.

Abb. 156. Unebenheiten an der Lichtgrenze der Venuskugel, die für Berge gehalten werden

Merkur sowohl wie Venus haben keinen Mond. Mehrfach wollen früher Astronomen in der Nähe der Venus ein winziges Sternlein gesehen haben, das sie für den Venusmond hielten, doch scheint es sich um optische Täuschungen gehandelt zu haben. Keines Mondes milder Schein erleuchtet also die Nächte jener Planeten; aber zur Zeit, wo die Venus der Erde die dunkle Seite zuwendet, funkelt am Himmel der Venus ein Stern von wunderbarem Glanze, alle andern weit überstrahlend: es ist — die Erde, die dann ihre vollbeleuchtete Halbkugel der schönen Nachbarin zukehrt. Wer vermag zu sagen, ob nicht dann auf jener Welt sehnsüchtige Augen emporschauen zu dem glänzenden Erdenstern, vielleicht in ihm eine vollkommenere, schönere Welt suchend, die Millionen Qualen nicht erkennend, die mit den Lichtstrahlen hinausziehen in die Sternenräume! Vielleicht aber ist auf jener Welt schon jenes goldene Zeitalter angebrochen, von dem wir alle träumen, und „ein einig Volk von Brüdern" erfreut sich am Glanze der strahlenden Erde, die doch in Wahrheit so dunkel ist!

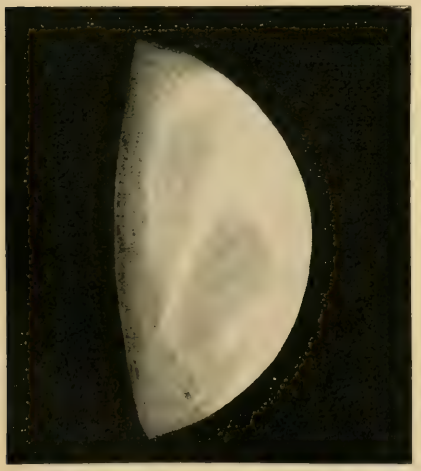


Abb. 157. Venus
Nach einer Beobachtung des Verfassers

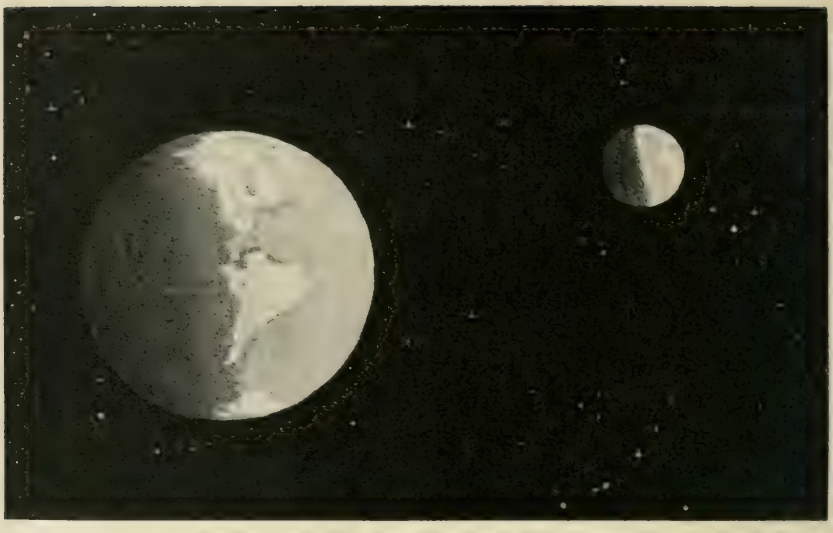


Abb. 158. Erde und Mond im Weltenraum
Nach einer Darstellung des Verfassers

Nun reich mir deine Hand, nun laß uns wandern,
Tief unten bleibt der Wolken wogend Heer,
Noch einmal siehst du dort das blaue Meer,
Jetzt ziehen graue Schleier drüber her:
Die Erde wird ein Stern gleich allen andern.

Die Erde als Stern

Wie die Erde von anderen Himmelskörpern aus betrachtet erscheint. Die Erde am Himmel des Mondes und der Planeten. Jenseits des Saturn sieht man die Erde nicht mehr. Entfernung der Erde von der Sonne. Beweise für die Kugelgestalt der Erde. Wie man die Größe der Erdkugel gemessen hat. Das Meter. Die Abplattung der Erde. Wie man die Erde gewogen hat. 6 Millionen Trillionen Kilogramm. Vom goldenen Kern der Erde. Die Achse der Erde. Beweise für die Drehung der Erde um ihre Achse. Foucaults Pendelversuch. Sonnenzeit und Sternzeit. Beständigkeit der Erddrehung. Ebbe und Flut und ihr Einfluß auf die Rotation der Erde. Die Rotation der Erde wird verlangsamt. Verschiebungen der Erdachse und ihre Folgen. Minimale Schwankungen der Erdachse in unseren Tagen und ihre Ursachen.

Wenn wir auch heute mitleidig über die Menschen vergangener Jahrhunderte lächeln, die das kleine Erdenrund für die „Welt" hielten, fest verankert als Grund alles Seienden, merkwürdig zu denken ist es immerhin, daß die Erde mit ihren rauschenden Wäldern, ihren brandenden Meeren, ihren ragenden Felsgipfeln, ihren Menschen und Menschenwerken ein Stern ist gleich anderen, der dritte Planet, der die Sonne umwandert. Die Erde ein Stern am Himmel! Wie sonderbar erscheint das, und doch wie selbstverständlich ist es im Grunde genommen! Freilich, von den Begriffen

„oben" und „unten" müssen wir uns in astronomischen Dingen losmachen. Oben und unten gibt es im Weltenraum nicht. Die Bewohner der südlichen Erdhalbkugel, also etwa die Australier, haben ebenso den Sternenhimmel über sich wie wir, obgleich sie doch eigentlich (wie die Alten meinten, die sich nicht vorstellen konnten, daß die Erde eine Kugel sei) „mit dem Schopf nach unten hangen". Und genau so, wie für uns Erdbewohner der Mond am Himmel steht, steht für einen Mondbewohner die Erde am Himmel, und vom Mars, von der Venus, vom Jupiter und anderen Planeten aus gesehen, ist die Erde ein heller Stern, „ein Planet", genau so wie es jene für uns sind!

Sehen wir nun einmal zu, wie die Erde von anderen Himmelskörpern aus erscheint. Es ist nicht schwer, das zu ermitteln, wenn wir die Entfernung, die Beleuchtungsverhältnisse usw. in Betracht ziehen und vor allen Dingen annehmen, daß wir selbst von jenen Sternen zur Erdkugel hinblicken könnten, oder daß auf ihnen uns gleich geartete Menschen wohnen.

Am allerinteressantesten würde die Erde den Mondbewohnern erscheinen, die es ja nun freilich nicht gibt. Als eine mächtige Kugel oder besser gesagt Scheibe, schwebt unser Planet am tiefdunklen Himmel des Mondes, umgeben von den Sternen in einer Fülle, wie wir sie nicht einmal in der klarsten Winternacht sehen. (Abb. 160.) Da der Mond keine Atmosphäre besitzt, so fehlt dort auch am Tage das Blau der reinen Luft; das Sonnenlicht wird nicht von der Luft und von Staub- und Wasserdampfteilchen zurückgeworfen, also bleibt der Himmel, auch selbst wenn die Sonne über dem Horizont steht, vollkommen schwarz, so daß die Sterne in aller Klarheit funkeln. Da die Erde viel größer ist als der Mond, so erschiene sie uns weitaus größer als dieser. In der Fläche ist ihre Scheibe zwölfmal größer, und während uns das treue Nachtgestirn etwa tellergroß erscheint, sähen die Mondbewohner unsere Erde in der Größe eines Wagenrades. Genau so nun, wie wir nur diejenigen Partien der Mondkugel sehen, die von der Sonne beleuchtet werden, so kann man auch von dem Erdball nur die Gebiete sehen, die gerade der Sonne zugewendet sind, denn auch die Erde ist ja — wie der Mond und die Planeten — an sich ein dunkler Gesteinsball! Wie wir also den Mond bald als Sichel, bald als Halbmond,

Abb. 159. Das „aschfarbene Licht", der „Erdschein" auf dem Monde

bald als Vollmond, bald wieder (als Neumond) gar nicht sehen können, so sähen die Mondmenschen die Erde als Sichel, Halbscheibe usw. Die Mondbewohner könnten also gerade so im „Erdschein" spazieren gehen, die Liebenden und Dichter ebenso vom milden „Erdlicht" schwärmen wie wir hier auf Erden vom Mondschein. Die Verhältnisse liegen so, daß dann, wenn uns der Mond als zunehmende Sichel erscheint, die Erde den Mondbewohnern als abnehmende Sichel sichtbar ist, und wenn wir Neumond haben, so haben die Leute auf dem Monde sozusagen „Vollerde". Zu dieser Zeit erleuchtet also unsere Erde die Nacht des Mondes zwölfmal heller, als der Vollmond die Erdnächte erhellt. Ja, wir können sogar deutlich von der Erde aus dieses Licht, das der Mond von der Erde empfängt, sehen! Wenn der Mond als ganz schmale Sichel am Himmel steht, sehen wir deutlich auch den übrigen Teil seiner Scheibe in einem ganz matten „grauen" Licht schimmern; das ist der Erdschein auf der Nachtseite des Mondes (Abb. 159). Er ist heller, wenn die großen Wüstenflächen Asiens und Afrikas dem Monde zugewendet sind und weniger hell, wenn die wenig Licht zurückstrahlende Wasserwüste des „Großen Ozeans" der Mondkugel gegenübersteht.

Wie wir nun deutlich mit freiem Auge auf dem Monde große graue Flecke sehen, so könnte man natürlich sehr genau die Konfigurationen der Erdoberfläche vom Monde aus betrachten. Scharf sähe man die irdischen Ozeane als graue Flecke und die Erdteile als helle Partien. Die Eis- und Schneemassen an den Polen der Erde erschienen blendend weiß. Ohne Zweifel werden sich auch unsere großen Wälder im Sommer als grünliche, im Herbst als braune, im Winter als graue Flecke abheben, und so könnte man vom Monde aus den Wechsel der Jahreszeiten auf Erden wahrnehmen. Freilich werden oft ausgedehnte Wolkenmassen den Mondbewohnern ganze Gebiete der Erde verdecken; und es müßte für einen Meteorologen außerordentlich interessant sein, die Bewegungen der irdischen Wolkenmassen so aus der Mondperspektive beobachten zu können. — Gebiete, die kleiner sind als z. B. die Insel Island oder als Bayern und Württemberg zusammengenommen, könnte man freilich mit unbewaffnetem Auge nicht mehr vom Monde aus erkennen. Mit unseren besten Fernrohren hingegen sähe man sogar noch vom Monde aus bei günstiger Beleuchtung und entsprechendem Schattenfall die große Cheops-Pyramide am Rande der Wüste als ein winziges Pünktchen. (Sehen wir doch auf dem Monde mit den Rieseninstrumenten der Lick- und Yerkes-Sternwarte Kraterlöcher von 150—200 Meter Durchmesser!) Auch ein großer Truppenkörper, etwa ein Armeekorps, könnte auf geeignetem Gelände wahrgenommen werden. Eine große Stadt nun, etwa Berlin, wäre schon ein sehr auffälliges Gebilde und würde zur Nachtzeit mit seinen Millionen Lichtern als ein schimmernder Fleck im Fernrohr eines Mond-Astronomen sichtbar sein.

Übrigens wäre die Erde für die Mondmenschen sozusagen eine große, öffentliche, ewig genau gehende Uhr! Sehr deutlich muß man an der Bewegung der Flecke auf ihrer Oberfläche ihre 24 stündige Rotation erkennen, und die Lage dieser Flecke auf der sich drehenden Erdkugel bietet sozusagen Zeitangaben. Aber diese Himmelsuhr ist nur auf einer Seite der Mondkugel zu sehen, denn der Mond wendet der Erde immer dieselbe Seite zu. Die Bewohner der ewig von uns abgewendeten Mondseite müssen also, wenn sie einmal diesen großen Himmelskörper, der als mächtige Scheibe ihren Antipoden immer sichtbar ist, betrachten wollen, erst eine weite Reise machen! Wie sonderbar wäre es (um das einmal auf irdische Verhältnisse zu übertragen), wenn der Mond nur von Amerika aus zu sehen wäre!

Abb. 160. Die Erde am Himmel des Mondes
Nach einer Zeichnung des Verfassers

Wir sehen, die Erde ist, vom Monde aus betrachtet, noch ein sehr dankbares Objekt. Aber der Mond ist ja auch unser Nachbar und nur 384 000 Kilometer von uns entfernt, ist sozusagen noch ein Stück Erde! Würden wir nun weiter hinausfliegen in die Sternenräume, zu jenem Gestirn, das uns von allen großen Planeten am nächsten kommen kann: zu der schönen V e n u s, so würde sich das Bild gewaltig ändern. Die Venus kann sich uns bis auf 40 Millionen Kilometer nähern und zu dieser Zeit würde unsere Erde als ein herrlich großer leuchtender Stern, wie wir Erdbewohner ihn gar nicht an unserem Himmel haben, den Bewohnern der Venus erscheinen. Es ist sogar möglich, daß man noch von der Venus aus mit freiem

Auge die Kugelgestalt der Erde erkennen kann, und es muß das Licht der Erde auch noch hinreichen, auf der Venus von den Gegenständen in klaren Nächten einen schwachen Schatten zu werfen. Ferner würde man sehen können, daß die Erde in veränderlicher Helligkeit leuchtet, denn wenn sie der Venus ihre Kontinente zuwendet, muß sie heller erscheinen, als wenn die Ozeane, die weniger Licht reflektieren, ihr gegenüber stehen. Damit aber wäre auch alles Auffällige erschöpft. Mit einem Fernrohr sähe man neben der Erde ein Lichtpünktchen schweben: den Mond, und in einem Riesenfernrohr sähe man die Weltteile und Meere, sähe man am Nord- und Südpol weiße Flecke, aber alle feineren Details blieben verborgen und selbst unsere größten Ströme würden die Venusastronomen kaum noch wahrnehmen können, wohl aber hohe Gebirge. Dennoch würde man an dem grünen Schein, der im Sommer die Länder überzieht, erkennen, daß unser Planet keine unfruchtbare Einöde ist. — Von Menschen und Menschenwerk aber keine Spur! Alles zusammengeschmolzen zu einem kleinen Scheibchen mit hellen und dunklen Flecken!

Auch vom Mars aus, unserem Nachbar zur anderen Seite, wäre die Erde noch als heller Stern erkennbar. Wie die Venus unser Abend- und Morgenstern ist, ist nun die Erde Abend- und Morgenstern am Marshimmel, denn die Bahn dieses Planeten umschließt ja die Erdbahn, und unsere Erde muß im Fernrohr des Marsastronomen bei günstigster Sichtbarkeit ebenfalls Sichelform zeigen.

Noch weiter hinaus, etwa bis zu dem Riesenplaneten Jupiter, und aus deiner Erde ist ein winziges Sternlein geworden! Hier bist du etwa 630 Millionen Kilometer von ihr entfernt; selbst in den besten Fernrohren die wir haben, sähest du vom Jupiter aus nur noch ein paar graue Fleckchen auf dem fernen Erdensternlein! Setztest du alle Wälder Europas mit einem Male in lodernde Glut, eine Riesenfackel, — du sähest in deinem Fernrohr kaum ein verschwindendes Lichtfünkchen, würdest meinen, es sei ein Bläschen in deiner Brille und nicht weiter darauf achten. Vom nächsten Planeten, vom Saturn aus, der 1280 Millionen Kilometer fern von dir bleibt, ist die Erde überhaupt nicht mehr mit freiem Auge zu sehen! Sie steht, von dort aus gesehen, so dicht bei der Sonne, daß sie mit dieser sozusagen zusammenfließt, in ihren Strahlen verschwindet. Wohnen dort Menschen und haben sie keine großen Fernrohre, so wissen sie gar nicht, daß es eine Erde gibt! Haben sie aber ein Fernrohr und schaust du hindurch, so siehst du mit größter Mühe ein verglimmendes Lichtfünkchen: deine Erde, deinen Heimatstern! Und all das Leid und Freud ihrer Millionen und aber Millionen Bewohner liegt in diesem zitternden Lichtstrahl begraben.

Jenseits des Saturn kennt man deine Erde nicht mehr, du kleiner Mensch; sie ist versunken im Lichtmeer der Sonne, ist unter ihre Strahlenflügel geschlüpft, und kein noch so mächtiges Fernrohr der Uranus- oder Neptunbewohner könnte sie sichtbar machen. Noch nicht an den Grenzen des Sonnen-

systems, und schon versunken und vergessen, unbekannt, wie wir nichts wissen von den Erden anderer Sonnen. — — — —

Als dritter Planet kreist die Erde zwischen den Bahnen der Venus und des Mars um die Sonne. Ihr mittlerer Abstand von diesem Zentralgestirn des Planetensystems beträgt 149 150 000 Kilometer oder rund 20 Millionen Meilen. In der Sonnennähe, die sie am 21. Dezember erreicht, steht die

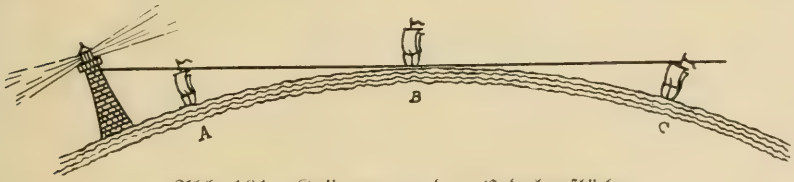


Abb. 161. Krümmung der Erdoberfläche

Die vom Leuchtturm aus gezogene Linie ist der Horizont des Beobachters. Das Schiff wird für ihn durch die Erdwölbung verdeckt, sobald es bei C angekommen ist

Erde nur 146 200 000 Kilometer, und in der Sonnenferne (am 21. Juni) 151 100 000 Kilometer von der Sonne entfernt. Der Erdball durchläuft diese Bahn in 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten und 46 Sekunden. Seine durchschnittliche Geschwindigkeit bei dieser Bewegung beträgt 29½ Kilometer pro Sekunde.

Jahrtausende hat der Bewohner dieses Sternes gebraucht, um sich über seine Lage im Weltenraum, über Gestalt und Größe der Erde klar zu werden. Wieviel Mühe, wieviel Scharfsinn hat es gekostet, ehe man erkannte, daß wir einen kugelförmigen Körper bewohnen; und selbst bis in das achtzehnte Jahrhundert hinein hat es nicht an Menschen gefehlt, die es sich nicht vorstellen konnten, auf einer Kugel zu leben, die sich unablässig um ihre Achse schwingt. Beweise für die Kugelgestalt der Erde gibt es gar viele. Man kann die Krümmung der Erdoberfläche auf dem Meere direkt wahrnehmen (Abb. 161). Es tauchen zunächst von einem entfernten Schiff oder einem Berg oder einem Leuchtturm an der Küste die äußersten Spitzen auf, und je mehr sich uns das Objekt nähert, oder je mehr wir uns ihm nähern, um so mehr sehen wir über die hindernde Erdwölbung hinweg die tiefer liegenden Teile der betreffenden Körper. Der kreisförmig begrenzte Schatten, den die Erde bei einer Mondfinsternis auf den Mond wirft, sowie die oft ausgeführten Umschiffungen der Erde haben in Verbindung mit vielen anderen Beweisen sichergestellt, daß die Erde eine Kugel ist, genau so, wie es die anderen Planeten sind, deren Kugelgestalt wir ja im Fernrohr direkt wahrnehmen können. Durch großartige Dreiecksmessungen, die von wissenschaftlichen Kommissionen der verschiedensten Länder ausgeführt wurden, hat man die Größe der Erdkugel ermittelt. Die erste, wenn auch noch sehr rohe Messung zur Bestimmung der Größe der Erde stellte im 3. Jahrhundert v. Chr. der gelehrte Eratosthenes zu Alexandrien an. Auf unsere

modernen Maße übertragen, erhielt er für den Umfang der Erde den Wert von 46 400 Kilometer. Im neunten Jahrhundert ließ dann ein arabischer Fürst in der Nähe von Bagdad eine große Strecke vermessen, und auf Grund dieser Messung wurde der Erdumfang zu 41 200 Kilometer berechnet. Es genügt offenbar, wenn wir eine größere Strecke immer in gerader Linie, sagen wir in Nord-Südrichtung sehr genau ausmessen, um aus dem gewonnenen Resultat die Größe resp. den Umfang der ganzen Erdkugel finden zu können, wenn wir nur wissen, den wievielsten Teil des Erdumfanges wir vermessen haben. Hat man z. B. den hundertsten Teil des Erdumfanges, sagen wir einmal des Erdäquators, vermessen und gefunden, daß diese Strecke 400 Kilometer lang ist, so muß der Umfang der ganzen Erdkugel offenbar 40 000 Kilometer betragen. Jene Strecke freilich muß mit großer Genauigkeit vermessen werden, was mit hohen Schwierigkeiten verknüpft ist. Sehr originell hat diese Messung einmal ein französischer Geometer ausgeführt, Fernel mit Namen. Er durchfuhr die zu messende Strecke (zwischen Paris und Amiens im Jahre 1525) mit einem Wagen und zählte genau die Radumdrehungen des Wagens auf dieser ganzen Strecke. Nachher maß er sorgfältig den Umfang des Rades und multiplizierte die Zahl der Umdrehungen mit dieser Größe. Fernel erhielt für den Umfang der Erde die Zahl von 40 040 Kilometer, was in Anbetracht der sehr einfachen Methode recht genau war. Die moderne Wissenschaft arbeitet natürlich mit sehr feinen Meßinstrumenten und nach trigonometrischen Methoden; sie macht solche Dreiecksmessungen, wie wir sie im Kapitel „Wie man die Entfernung und Größe der Sterne findet" beschrieben haben. Der Franzose Picard arbeitete 1669 zuerst mit diesen zuverlässigen Mitteln und fand den Erdumfang zu 40 036 Kilometern. Die französische Regierung ließ 1735 durch zwei Erdmessungskommissionen in Lappland und in Peru Messungen anstellen; von 1792 bis 1808 sandte sie abermals eine solche Kommission aus. Ihr folgte die englische Erdmessung, die fast 50 Jahre währte und 1854 zum Abschluß kam. Gleichzeitig maß eine Kommission in Ostindien, und von 1816 bis 1850 wurde durch den Astronomen Struve in Rußland und Schweden-Norwegen der Erdkörper vermessen. Die von der letztgenannten Vermessungskommission ausgemessene Strecke war außerordentlich lang, sie umfaßte den vierzehnten Teil des Erdumfanges und reichte von Hammerfest, im äußersten Norden Norwegens, bis herunter nach Ismail am Schwarzen Meer. Besonders genaue Resultate brachte die von dem großen deutschen Astronomen Bessel von 1831 bis 1834 in Ostpreußen ausgeführte Erdmessung, aber das große Werk der Erdvermessung, das außer der Größe vor allem auch alle Abweichungen der Erde von der Kugelgestalt ermitteln soll, wird auch heut noch rüstig fortgesetzt und ruht in den Händen der 1886 begründeten Internationalen Erdmessungskommission, der alle Staaten angehören. Nach der Zusammenstellung von Bessel, der die Resultate von zehn Erdmessungen

Abb. 162. Friedrich Wilhelm Beſſel

verwertete, hat die Erde am Äquator einen Durchmeſſer von 12 756½ Kilometer (1719 Meilen) und einen Umfang von 40 076 Kilometer oder rund 5400 Meilen.

Dieſen Erdvermeſſungen verdanken wir auch das Grundmaß unſerer modernen Längenmeſſungen, das Meter. 1791 beſchloß die franzöſiſche Regierung ein neues Längenmaß einzuführen, das keine x-beliebig angenommene Größe, ſondern ein Naturmaß ſein ſollte. Man wählte dafür den 40 millionſten Teil des Erdumfanges, und nannte dieſe Größe ein Meter. Heute wiſſen wir freilich, daß damals kleine Fehler unterliefen, und daß der 40 millionſte Teil des Erdumfanges in Wirklichkeit etwas größer iſt, ſo daß das Meter eigentlich etwa den 20. Teil eines Millimeters länger ſein müßte.

Die in den verſchiedenſten Gegenden ausgeführten Meſſungen zeigten übrigens bald, daß die Erde keine genaue Kugel iſt. Für ein gleich großes Stück der Erdkugel wurden in verſchiedenen Gegenden ſehr verſchiedene Kilometerlängen gefunden. Es zeigte ſich, daß die Erde in nördlichen Gegenden weniger ſtark gekrümmt iſt als in den Gegenden am Äquator. So fand man, daß die Erdkugel an den Polen etwas abgeflacht.

abgeplattet ist. Der Durchmesser von Pol zu Pol ist kleiner als der Durchmesser am Äquator, er beträgt dort nur 12 713 Kilometer (1713 Meilen), steht also hinter dem Äquatordurchmesser um 43½ Kilometer zurück. Wenn man eine weiche Tonkugel auf einer Drehvorrichtung schnell um ihre Achse dreht, nimmt sie ebenfalls eine solche abgeplattete Gestalt an (Abb. 163); dort wo ihre Drehgeschwindigkeit am größten ist, am Äquator, baucht sich die Materie etwas auf, und an den beiden Endpunkten der Achse, den Punkten, die wir bei der Erdkugel „Pole" nennen, weicht die Masse zurück, so daß der ehedem kugelförmige Körper deformiert wird. Überall hat die Materie das Bestreben, sich von der Drehungsachse zu entfernen. Wir sehen, daß von den rollenden Rädern des Wagens der Sand in weitem Bogen abgeschleudert wird. Zur Zeit als die Erdkugel noch in einem zähflüssigen Zustande war, mußte aus eben diesem Grunde jene Deformierung erfolgen. Die Erde ist also keine Kugel, sondern ein sogenanntes „Rotationsellipsoid".

Auch andere Planeten zeigen diese Abplattung, besonders deutlich der Jupiter (siehe Abb. auf Seite 277), und theoretisch muß sie bei allen sich mit einiger Geschwindigkeit drehenden Kugeln auftreten. Wenn wir übrigens die gewaltige Größe der Erdkugel ins Auge fassen, verschwinden fast alle diese Abweichungen von der Kugelgestalt. Auf einem Globus von zwei Meter Durchmesser würde z. B. der höchste Berg der Erde, der 8840 Meter hohe Mont Everest in Indien, nur die Größe eines Stecknadelkopfes haben, und von der Abplattung sähen wir mit freiem Auge nicht die Spur, denn die Abweichung von der Kugelgestalt betrüge bei diesem Globus an jedem Pol nur etwa die Stärke eines Zündholzes!

Wir sehen, man kann getrost von der Erde als von einer Kugel sprechen, denn jene Abweichung von der Kugelgestalt wird doch erst recht komplizierten Messungen deutlich. Derartige kleine Abweichungen von der genauen Kugelgestalt zeigt aber selbst eine auf der Drehbank hergestellte Metallkugel.

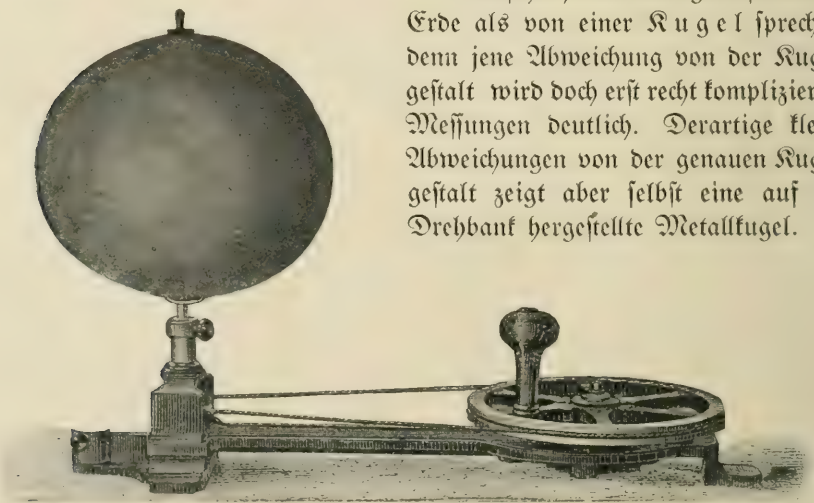


Abb. 163. Rotationsapparat mit abgeplatteter Tonkugel

Aber nicht nur gemessen hat man den Erdball, man hat ihn auch gewogen, so sonderbar das auf den ersten Blick klingen mag. Auf die Wagschale hat man die Erde nun freilich nicht legen können, wie man sie aber trotzdem gewogen hat, das will ich hier erzählen.

Wie kann man denn überhaupt, ganz allgemein, das Gewicht irgend eines Körpers feststellen, ohne diesen selbst abzuwiegen? Das ist nun sehr einfach, wenn wir genau seine Größe resp. seinen Kubikinhalt kennen. Angenommen, wir haben einen großen Würfel aus Granit, dessen Gewicht wir feststellen wollen. Der Granitwürfel sei drei Meter hoch, lang und breit, jede seiner Flächen hält also 9 Quadratmeter, und der Kubikinhalt des ganzen Würfels beträgt ($3 \times 3 \times 3$) also 27 Kubikmeter. Nun wiegt aber, wie man leicht feststellen kann, ein Kubikzentimeter Granit 2,6 Gramm, ein Kubikmeter wiegt (da der Kubikmeter eine Million Kubikzentimeter faßt) eine Million mal so viel, also 2,6 Millionen Gramm oder 2600 Kilogramm. Da nun unser Granitwürfel 27 Kubikmeter Inhalt hat, so muß er auch 27 mal 2600 Kilogramm wiegen, nämlich 70 200 Kilogramm oder, was dasselbe ist, 1404 Zentner.

So haben wir, ohne den Würfel auch nur anzurühren, sein Gewicht genau bestimmt, und auf ähnliche Weise könnte man, wenn nicht ein Umstand, den wir gleich erwähnen wollen, das verhinderte, das Gewicht der Erdkugel bestimmen. Die Erde ist ja genau ausgemessen worden, und wir kennen heute bis auf vielleicht 500 Meter genau ihren Durchmesser. Jeder Schulbub aber weiß — wenn er's nicht schon vergessen hat — wie man leicht den Kubikinhalt einer Kugel berechnen kann, wenn man ihren Durchmesser kennt. Der Äquatordurchmesser der Erde beträgt, wie wir sahen, 12 756½ Kilometer, ihr Umfang 40 076 Kilometer, und ihr *Kubikinhalt* rund ein und ein Zwölftel Billionen*) Kubikmeter. So wissen wir also ganz genau den Kubikinhalt der Erde, und wenn nun die ganze Erde aus Sandstein oder Granit oder sonst irgend einem Stoff bestände, so wäre es eine Kleinigkeit, ihr Gewicht ebenso zu berechnen, wie wir vorhin den Granitwürfel „auf dem Papier" gewogen haben; denn wenn wir genau abwiegen, wieviel ein Kubikmeter Sandstein wiegt, und außerdem wissen, wieviel Kubikmeter die Erde faßt, so ist das ein sehr einfaches Multiplikationsexempel, mit dem wir trotz der Riesenzahlen schneller fertig werden als die Hausfrau mit ihrem Haushaltungsexempel, dessen Schwierigkeit um so größer wird, je *kleiner* die Zahlen sind.

Nun besteht ja aber die Erdkugel nicht aus einem Stoff, sondern aus allen möglichen Mineralien und Gesteinen, ferner aus mächtigen Wassermassen. Vor allen Dingen aber wissen wir über die Stoffmassen im *Erdinnern* gar wenig, denn unsere tiefsten Bergwerke sind sozusagen kleine Nadelstiche

*) Eine Billion = eine Million Millionen. (1 mit 12 Nullen!)

in die mächtige Haut unseres Erdkörpers. Außerdem gibt es, wie sicher nachgewiesen werden kann, mächtige Hohlräume im Erdinnern, wie sollte man also aus all diesen ganz verschieden schweren Stoffen, deren Mengen wir nicht einmal kennen, das Gesamtgewicht des Erdballes feststellen? — Auf diese Weise läßt sich also das Erdgewicht nicht ermitteln, und wir wollen nun zeigen, auf welche Weise man die Aufgabe gelöst hat.

Wie allbekannt, fallen alle Körper zur Erde nieder, weil der Erdball sie anzieht. Nun ist aber die Anziehungskraft durchaus nicht etwa eine ganz besondere Eigenschaft der Erde; auch die Sonne, der Mond, kurzum alle Himmelskörper haben diese Kraft. Ja, jeder Körper, auch der allerkleinste, besitzt eine Anziehungskraft, sei es nun ein Berg, ein Gebäude, ein Kieselstein, oder die Feder in meiner Hand. Nur die Größe dieser Kraft ist verschieden; je größer, oder besser gesagt, je schwerer ein Körper ist, desto größer ist die Anziehungskraft, die er auf die ihn umgebenden Körper ausübt. So wird z. B. ein Stein, den wir aus dem Fenster fallen lassen, tatsächlich vom Hause angezogen, aber gegenüber der ungeheuer viel größeren Erdkugel verschwindet diese geringe Kraft des Hauses, und so fällt der Körper nicht gegen das Haus, sondern fällt zur Erde nieder. Könnten wir aber unser Haus mitten hinein in den freien Weltenraum versetzen, weit fort von der Erde, so fiele unser Stein überhaupt nicht zum Fenster hinaus, ja wir selbst könnten das Haus nicht verlassen, weil nun das Haus, als der mächtigste Körper in der Runde, alles in der Umgebung, was leichter ist als er selbst, mit seiner Anziehungskraft festhält. Ein Körper nun, der zweimal, dreimal, zehnmal, hundertmal schwerer ist als ein anderer, zieht auch alle Gegenstände zwei-, drei-, zehn-, hundertmal stärker an als jener. Weiß ich daher von einem Körper, daß er tausendmal geringere Anziehungskraft besitzt als etwa der Erdball, so muß er auch tausendmal leichter sein als der Erdball.

Nun wird sofort verständlich, wie man die Erde wiegen kann! Gelingt es uns nämlich, festzustellen, wie stark irgend ein Körper (sagen wir einmal eine kleine Bleikugel) von einem großen Gesteinsblock angezogen wird, und um wieviel stärker sie von der Erde angezogen wird, so können wir daraus sofort das Gewicht der Erde finden. Wiegt unser Gesteinblock 1000 Zentner, und zieht er die Bleikugel tausendmillionenmal weniger stark an als die Erdkugel, so muß auch die Erdkugel tausendmillionenmal kräftiger sein als der Block, also tausendmillionenmal 1000 Zentner wiegen! — Wie man sich nun leicht denken kann, ist es sehr schwierig, die Anziehungskraft irgend eines irdischen Körpers mit der ungeheuer großen Anziehungskraft der Erde zu vergleichen, denn selbst der mächtigste Berg ist ja im Verhältnis zur Erdkugel nur wie ein Staubkörnchen auf einem großen Kürbis. Trotzdem aber hat man mit außerordentlich feinen, sehr komplizierten Meßvorrichtungen solche Messungen viele hundertmal angestellt.

Zwei englische Physiker, Hutton und Maskelyne, benutzten 1775 die Anziehung, die der in Schottland liegende Berg Shehallin auf ein Lot ausübte, um die Dichte und Schwere der Erde zu messen. Ein Lot in seiner einfachsten Form ist bekanntlich ein an einem Faden aufgehängtes Bleigewicht, das, von der Erde angezogen, unter normalen Verhältnissen genau senkrecht hängt, genau nach dem Erdmittelpunkt weist. Hutton und Maskelyne konnten nun durch feine Meßmethoden feststellen, daß der Berg Shehallin das Lot eine Winzigkeit aus dieser genau senkrechten Stellung ablenkte, zu sich hin. In Abb. 164 sei B der Berg, L das Lot. Wäre die Anziehung des Berges nicht vorhanden, hinge es senkrecht, dem Erdmittelpunkt zu, in der Richtung L—a. Durch den Berg beeinflußt, nimmt es die Richtung L—b an. Die Größe dieser Ablenkung wurde gemessen, und ferner die Masse, das Gewicht des Berges (dessen Größe und dessen Gesteinmassen bekannt waren) berechnet. Es ergab sich, daß nach diesen Untersuchungen die „Dichte der Erde" 4,7 beträgt, d. h. daß die Erdkugel 4,7 mal schwerer sein muß, als eine der Erde an Größe gleichende Wasserkugel.

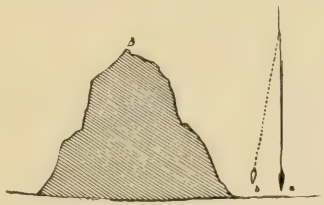


Abb. 164. Ablenkung des Lotes durch einen Berg

Die von den erwähnten Gelehrten angestellte Untersuchung war, mit heutigen Methoden verglichen, nicht sonderlich genau, und man hat in neuerer Zeit mittels feinerer Meßvorrichtungen die Erddichte festgestellt. Richarz und Krigar-Menzel haben 1896 in Spandau die Anziehung, die ein riesenhafter Bleiklotz von 2000 Zentner Gewicht auf die Schalen einer feinen Wage ausübte, gemessen, und die Dichte der Erde zu 5,5 bestimmt. Andere Forscher ermittelten auf andere Weise die Werte 5,4, 5,6 und 5,7; indessen ergaben alle neueren Messungen rund 5,5. So ist also ermittelt, daß die Erde 5,5 mal schwerer ist als eine ihr an Größe gleichende Wasserkugel, damit ist aber auch schon ihr wahres Gewicht festgestellt, denn wie schwer eine Wasserkugel von der Größe der Erde ist, kann jeder Schulbube, der sein Einmaleins im Kopfe hat, ausrechnen: Ein Kubikmeter Wasser wiegt 1000 Kilogramm, folglich ein Kubikkilometer schon eine Billion Kilogramm. Nun hat die Erde, wie oben angegeben, $1^1/_{12}$ Billion Kubikkilometer, folglich würde sie, wenn sie eine Wasserkugel wäre $1^1/_{12}$ Billion mal 1 Billion Kilogramm wiegen, nämlich $1^1/_{12}$ Million Trillionen Kilogramm*). Nun aber wiegt eben die Erde 5,5mal so viel, also nahezu 6 Millionen Trillionen Kilogramm, oder in Zahlen geschrieben

6 000 000 000 000 000 000 000 000 Kilogramm.

*) 1 Trillion = 1 Million Billionen. (1 mit 18 Nullen!)

Das ist eine ganz ungeheure, unvorstellbare Zahl; und wenn sie auch nicht bis aufs Gramm stimmt, im großen und ganzen gibt sie das Gewicht unserer Erde richtig an. Was aber, so wird man sich fragen, hat die Wissenschaft für ein Interesse daran, das Gewicht der Erde zu kennen. Nun, eine ganze Reihe wichtiger astronomischer, physikalischer und geologischer Fragen findet durch die Feststellung dieser Erddichte resp. Erdschwere ihre Beantwortung. Hier nur eins: Die Gesteinmassen der Erdoberfläche haben durchschnittlich nur eine Dichte von 2,7. Da nun die Dichte der gesamten Erdstoffe 5,5 beträgt, so müssen *im tiefsten Innern* der Erde außerordentlich große Mengen sehr *schwerer* Stoffe lagern. Solche schweren Stoffe sind vor allem Platin, Gold, Blei, Silber, Eisen, und man hat darauf hingewiesen, daß vielleicht im tiefsten Innern der Erde die hier oben so seltenen Stoffe Gold und Silber in ungeheuren Mengen lagern.

Ich will mit dieser schönen Perspektive auf den goldenen Kern der Erde die Betrachtungen über das Gewicht des Planeten schließen und hoffen, daß dieser „klingende" Schluß den Leser mit den schrecklichen, unaussprechlichen Zahlen, die wir lesen mußten, versöhnen wird. — -- —

Zu Camille Flammarion, dem populärsten Astronomen Frankreichs, (Abb. 12) kam einmal — einem on dit zufolge — ein biederer Ofensetzer, der in der Studierstube des Gelehrten einen Kamin in Ordnung zu bringen hatte. In diesem Zimmer stand auch ein großer Erdglobus, den der Meister aufmerksam betrachtete. „Monsieur," hub er nach einer Weile an, „ich hätte wohl eine Frage, wenn's erlaubt ist! Nichts ist mir so schwer geworden, zu verstehen, als daß die Erde wirklich ein großer Ball sein soll wie dieser da, und sich um eine Achse drehen soll, die noch dazu — wie mir schon in der Schule versichert wurde — in Wirklichkeit nicht einmal vorhanden ist." — „Und doch ist dem so, Meister," entgegnete lächelnd der Gelehrte, indem er den Globus in Drehung versetzte; „so, wie Sie es hier sehen, an diesem kleinen hölzernen Abbild, dreht sich die große Erde in Wirklichkeit auch um ihre Achse, in 24 Stunden einmal!" -- „Ja, Monsieur," fing der Meister wieder an, „durch dieses Ding da geht auch eine solide eiserne Achse hindurch, wie ich sehe, aber die Erde soll ja eine solche Achse, wenn ich's recht verstanden habe, nicht besitzen, und sich dennoch drehen, und das ist's, was mir nicht in den Kopf will." — Flammarion löste, belustigt über den hartköpfigen Alten, der der Sache offenbar auf den Grund gehen wollte, die Schrauben, die die Achse in dem hölzernen Globus festhielten, und zog dieselbe ganz heraus; dann nahm er die nunmehr freie Kugel in die Hand und sagte zu dem Alten: „Sehen Sie, Meister, jetzt haben wir die eiserne Achse, die Sie irritiert hat, ganz beseitigt, und nun will ich Ihnen leicht zeigen, wie sich die Erde auch ohne eine wirkliche Achse drehen kann; ich will die Globuskugel hochwerfen, und Sie werden dann sehen, wie sie sich dreht, auch ohne

daß die eiserne Achse in ihr steckt." Damit warf der Astronom die Kugel, sie rasch mit der Hand in Drehung versetzend, einige Meter empor. Aber wie das so oft geht, wenn man etwas zeigen will, der Gelehrte hatte Malheur! Die Kugel war wohl zu sehr in Schwung gekommen, sie flog mit lautem Krach in die Zimmerecke, und als man sie wieder aufhob, zeigte es sich, daß ihr das über den Spaß gegangen war, denn sie war zerplatzt. Flammarion mußte über sein Mißgeschick lachen, und auch der biedere Handwerksmeister stimmte ein, im Fortgehen dem Gelehrten noch die Worte zurufend: „Monsieur, es scheint doch, als ob auf eine gedachte Achse kein Verlaß ist; ich für meinen Teil glaube lieber an die eiserne."

Wie es diesem einfachen Handwerker ging, geht es auch manchem gebildeten Mann; noch vor wenigen Jahrzehnten erklärte ein Pariser Arzt: „Die Astronomen mögen tausendmal sagen, daß sich die Erde wie eine Ente am Bratspieß um ihre Achse dreht, mich werden sie das nicht glauben machen!" All diesen Leuten mangelt es an einem gewissen Vorstellungsvermögen; sie können es sich nicht vorstellen, daß die Erde als große Kugel frei im Weltenraum schwebt, so wie wir den Mond schweben sehen, und daß sie dabei weiter eilt, etwa wie ein Luftballon, den der Wind treibt, und sich gleichzeitig um sich selbst dreht, wie wir dies ja auch deutlich zuweilen an einem Ballon sehen können. Die Achse, um die diese Drehung erfolgt, ist nun in der Tat eine gedachte; wir nennen eben eine gedachte Linie, die den Nordpol, den Erdmittelpunkt und den Südpol miteinander verbindet, die „Achse" der Erde.

Schon der oben näher auseinandergesetzte Umstand, daß die Erdkugel an den Polen abgeplattet ist, beweist die Rotation der Erde, denn bei einer Kugel, die keine Umdrehung vollführt, könnte eine Abplattung nicht zustande kommen. Es ist überhaupt der absurdeste Gedanke, den man sich vorstellen kann, zu glauben, die Erdkugel sei unbeweglich, und dieses unermeßliche Heer der viel Millionen und Milliarden Meilen entfernten Sterne drehe sich in 24 Stunden um die ruhende Erde. Außerdem! Welche ungeheuren Geschwindigkeiten müßten wohl diese Gestirne besitzen, um bei ihrer fast unendlich großen Entfernung in dieser kurzen Zeit den Erdball zu umwandern. Ferner müßte man noch die ganz unmögliche Annahme machen, die entfernten Fixsterne schwängen sich genau so schnell herum wie die nahen Gestirne, Sonne, Mond und Planeten, denn sie alle nehmen nach 24 Stunden genau wieder denselben Ort ein, an dem wir sie am Tage vorher sahen. Es gibt mancherlei Beweise für die Drehung der Erde um ihre Achse, aber man kann diese Umdrehung auch dem Auge direkt sichtbar machen, mit Hilfe des berühmten Foucaultschen Pendelversuches. Ein freibeweglich aufgehängtes Pendel hat die Eigentümlichkeit, unverändert seine Schwingungsrichtung beizubehalten. Hängen wir ein

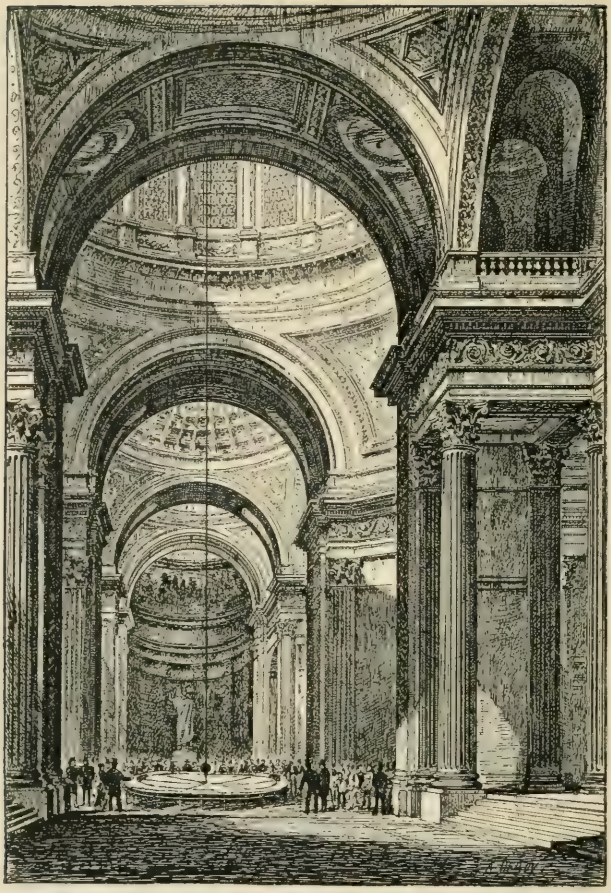


Abb. 165. Foucaults Pendelversuch im Pantheon zu Paris

solches Pendel, das in einfachster Form aus einem an einem Faden befestigten Gewicht oder Stein bestehen kann, an einen Kronleuchter oder drehbaren Gasarm, und lassen wir es nun schwingen, so wird es die Richtung seiner Schwingungen auch nicht ändern, wenn wir vorsichtig und gleichmäßig den Kronleuchter oder Gasarm herumdrehen. Es wird, wenn es anfänglich von Norden nach Süden pendelte, dies auch tun, wenn wir den Aufhängepunkt im Kreis herumdrehen. Der französische Physiker Leon Foucault erkannte, daß dieser Umstand geeignet sei, die Rotation der Erde um ihre Achse zu demonstrieren. Die Schwingungsrichtung des Pendels bleibt immer gleich, wenn sich aber die Erde um ihre Achse dreht, so dreht sich sozusagen der Erdboden unter dem Pendel fort, scheinbar ist es das Pendel, das seine Schwungrichtung ändert und immer weiter von der ehemaligen Richtung abweicht. Foucault ließ im Jahre 1851 im Pantheon zu Paris ein mächtiges Pendel, einen Metallfaden von 67 Meter Länge, an dem sich unten eine Pendelkugel von 25 Kilogramm befand, die in eine Spitze auslief, aufhängen. (Abb. 165.) Unter dem Pendel war eine Kreisscheibe aufgestellt, an deren Einteilung man die Schwingungsrichtung des Pendels deutlich verfolgen konnte. Zu jeder Schwingung brauchte das Riesenpendel acht Sekunden. Viele Gelehrte und eine große Volksmenge wohnten dem interessanten Experiment bei, und schon nach wenigen Minuten wich das Pendel deutlich nach Westen hin von der anfangs markierten Richtung aus, so die Drehung der Erde von West nach

Ost um ihre Achse anzeigend. Foucault hatte vorher den Punkt auf der Scheibe markiert, den der Berechnung nach die Pendelspitze nach einer bestimmten Zeit, entsprechend der fortschreitenden Drehung der Erde, berühren mußte, was in der Tat im bestimmten Moment geschah. Dieser einfache und so beweisende Versuch ist inzwischen oft wiederholt worden und dürfte für jeden Zweifler überzeugend sein.

Die Zeit, die die Erde braucht, um einmal eine Umdrehung zu vollenden, erkennen und messen wir an der Stellung der Gestirne. Mittags steht die Sonne bekanntlich am höchsten, sie steht dann im Süden, geht um 12 Uhr durch die Südlinie, durch den „Meridian", wie der Astronom sagt. Wenn sie am nächsten Tage wieder genau im Meridian steht, hat offenbar die Erde eine Umdrehung vollendet, ein „Tag" ist um, eine Zeitspanne, die wir in „24 Stunden" einteilen. Nun dürfen wir freilich nicht übersehen, daß die Sonne selber nicht am Himmel feststeht, sondern im Laufe eines Jahres einmal (infolge der Bewegung der Erde um die Sonne) um den ganzen Himmel herumwandert. Sie rückt von Tag zu Tag immer weiter nach Osten; bliebe sie stehen, so würde sie schon nach 23 Stunden und 56 Minuten wieder durch den Meridian gehen, also 4 Minuten früher. So aber muß sich die Erde sozusagen noch ein Stücklein weiter herumdrehen um die Enteilende einzuholen. Die Fixsterne, die keine derartige Bewegung haben, sondern am Himmel feststehen, erscheinen schon nach 23 Stunden und 56 Minuten wieder im Meridian, und so unterscheidet der Astronom zwei verschiedene Zeitarten, „Sonnentag" und „Sterntag", „Sonnenzeit" und „Sternzeit". Im Sommer läuft die Erde langsamer in ihrer Bahn um die Sonne, da sie dann weiter von dieser entfernt ist als im Winter, wo ihre Bewegung eben wegen dieser Sonnennähe auch schneller vor sich geht. Es läuft daher auch die Sonne, an der sich ja die Bewegung der Erde widerspiegelt, im Sommer kleinere, im Winter größere Strecken von Tag zu Tag am Himmel weiter. Die tägliche Bewegung der Sonne am Firmament ist also ungleichmäßig, und so ist auch die Zeit von einem Meridiandurchgang der Sonne bis zum nächsten, also der Sonnentag, in den verschiedenen Jahreszeiten ungleich lang. So sehen wir, daß die Sonne gar nicht sehr als Zeitmesser geeignet ist, und daß es unpraktisch wäre, nach dem wahren Sonnenstande, nach der wahren Sonnenzeit zu rechnen. In der Tat geschieht das auch nicht, sondern im bürgerlichen Leben wird nach einer sozusagen gedachten Sonne gerechnet, die mit einer mittleren, vor allem aber immer gleichmäßigen Geschwindigkeit ihre Tagesbahn zurücklegt. Die Sternzeit des Astronomen aber ist ein absolut gleichmäßiges Zeitmaß, das er zu seinen sorgfältigen Berechnungen und Messungen auch notwendig braucht; die Fixsterne stehen für lange Zeiten unbeweglich fest am Firmament, und die Umdrehungszeit des Erdballes ist ja von einer bewunderungswürdigen Gleichmäßigkeit, die Jahrtausende währt.

Der durch die Drehung der Erde um ihre Achse bedingte Wechsel von Tag und Nacht ist ein so außerordentlich regelmäßiger, daß wir selbst mit unseren allerfeinsten Meßmitteln seit Jahrhunderten keine noch so geringe Beschleunigung oder Verlangsamung der Erddrehung, also Veränderung der Tageslänge, konstatieren können. Die durch die anziehende Wirkung der Sonne und des Mondes hervorgerufene „Ebbe und Flut" der irdischen Gewässer, vor allem die mächtige Flutwelle, die — entgegengesetzt der Erddrehung — durch das Weltmeer wandert, wirkt zwar hemmend auf die Rotation der Erde ein, aber es läßt sich berechnen, daß diese Hemmung seit Christi Geburt den Tag erst um etwa eine zwanzigstel Sekunde verlängert haben könnte; notabene wenn nicht andere Einflüsse die Wirkung aufheben resp. ausgleichen. Unser guter alter Nachtwandler, der Mond, zeigt in seiner Bewegung um die Erde eine kleine Unpünktlichkeit, über die sich die Astronomen schon häufig den Kopf zerbrochen haben; er kommt nämlich im Laufe eines Jahrhunderts 20 Sekunden früher an einem bestimmten Himmelsorte an, als er der Berechnung nach kommen sollte. Es scheint indessen, als ob hieran nicht nur der Mond, sondern auch die Uhr schuld ist, nach der wir die Bewegung des Mondes messen. Diese Uhr aber ist ja die Erde selbst, die durch ihre Umdrehung das Zeitmaß des Tages, der Stunde, Minute und Sekunde schafft. Es scheint also — mit anderen Worten - als ob die Erddrehung sich um ganz geringe Beträge ändert.

Da die Erscheinungen der Ebbe und Flut in dieser Frage eine wichtige Rolle spielen, so wollen wir sie näher betrachten. Dem Seemann und Küstenbewohner ist dieses zweimal im Laufe eines Tages auftretende Steigen und Fallen der Wassermassen des Meeres wohlbekannt, und wer von den Binnenländern zur Sommerszeit zur Erholung an die See reist, wird die eigenartige Erscheinung gleichfalls mit Interesse verfolgen. Sonne und Mond, vor allem aber der letztere, sind es, die jene Bewegungen der irdischen Wassermassen hervorrufen. E in Abb. 166 sei die Erde und M der Mond. Der Einfachheit halber sei angenommen, daß die Erdkugel rings von Wasser umflossen ist. Auf diese Wassermassen wirkt der Mond anziehend; die bei a liegenden Wassermassen sind ihm näher wie die Erdoberfläche, werden also stärker angezogen als sie und bilden daher eine Wasserwulst, einen Wasserberg über der Erdoberfläche. Umgekehrt wird die Erdoberfläche bei b, da sie dem Monde näher liegt als die Wasseroberfläche bei b, stärker angezogen als letztere, und so bleibt hier gewissermaßen das Wasser hinter der dem Monde zustrebenden Erdoberfläche zurück, so daß auch an dieser Stelle ein Wasserberg entsteht. Man hat also an jenen Punkten der Erdoberfläche, die dem Monde gerade zugewendet sind (a in Abb. 166), und den ihnen gerade gegenüberliegenden Punkten (b) „Flut". Die diese Flut erzeugenden Wassermassen werden aus den Gegenden von c und d herangezogen, an diesen Punkten herrscht daher „Ebbe". Zur Neumondzeit,

wenn Sonne und Mond am selben Himmelsorte stehen, und ebenso zur Vollmondzeit, wenn sie sich gegenüberstehen, wirken beide Himmelskörper gemeinsam auf die Wassermassen ein; die Flut ist dann am größten und man spricht von „Springfluten". Wenn der Mond aber im ersten oder letzten Viertel am Himmel steht, steht die Sonne seitlich von ihm, in der Richtung c oder d, und dann sucht sie dort eine Flut hervorzurufen, wo der Mond Ebbe hervorzubringen trachtet. Die Wirkung beider hebt sich bis zu einem gewissen Grade auf, die Flut wird kleiner, und man spricht von „Nippfluten".

Es ist klar, daß diese immer mit der Bewegung des Mondes mitwandernden Wasserberge bremsend auf die sich unter ihnen fortdrehende Erdkugel wirken müssen, und daß dieser Einfluß im Laufe von Jahrhunderttausenden bemerkbar werden wird durch Verlangsamung der Rotation der Erde.

Es ist anzunehmen, daß die Tagesdauer nicht zu allen Zeiten so war, wie sie heute ist, und nicht bis in alle Ewigkeit so sein wird. Man hat guten Grund zu vermuten, daß vor vielen Jahrmillionen die Erde sich in vielleicht 10—12 Stunden um ihre Achse drehte, und daß diese Rotation sich beständig verlangsamte, sich immer weiter verlangsamen wird, so daß der Tag einst ebenso lang sein wird wie der Monat, daß wir also etwa 14 Tage Sonnenschein und 14 Tage Nacht haben. Ganz so liegen heute die Verhältnisse auf dem Monde, und dieser ist es auch, der die Erde hauptsächlich in die gleiche Situation bringen wird. Der Mond dreht sich in derselben Zeit einmal um seine Achse, in der er sich um die Erde schwingt. Er zeigt uns immer dieselbe Seite, immer sehen wir dieselben Flecken. Jeder Punkt des Mondes hat ½ Monat Tag und ½ Monat Nacht, und die Erde ist es, die vor längst entschwundenen Zeiten infolge ihrer Anziehung die Rotation des Mondes zum Stillstand brachte. Auch Merkur und Venus haben wahrscheinlich, wie wir im vorigen Kapitel sahen, ihre Rotation eingebüßt.

Die Faktoren, die eine Verlangsamung der Erddrehung bewirken, sind besonders in der Anziehung des Mondes auf die Erde und in den ungezählten Mengen von Meteoren und Sternschnuppen zu sehen, die täglich zur Erde fallen. Nach den Untersuchungen von Newton, einem amerikanischen Astronomen, fallen in 24 Stunden etwa 10 Millionen Sternschnuppen auf die Erde nieder resp. dringen in die Erdatmosphäre ein und verpuffen in ihr. M. W. Meyer berechnet für diese Massen — jede außerordentlich niedrig, mit 5 Gramm angesetzt — ein Jahresgewicht von 20 Millionen Kilogramm. Hierzu kommen aber noch ungeheure Meteorstaubmengen. Diese, seit unzähligen Jahrtausenden zur Erde kommenden Massen machen natürlich die Erde nach und nach schwerer und müssen dementsprechend auf ihre Rotation einwirken, wenngleich das natürlich erst nach

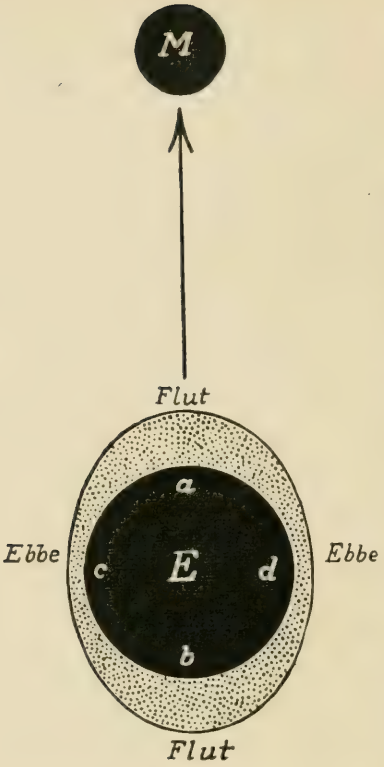


Abb. 166. Entstehung von Ebbe und Flut

Ablauf großer Zeitepochen von den Erdbewohnern wahrgenommen werden kann und auch dann nur mit Hilfe sehr feiner Messungen.

Diesen verzögernden Elementen steht aber ein sehr wichtiges Phänomen gegenüber, das umgekehrt eine Beschleunigung der Erddrehung hervorruft. Infolge der Abkühlung der Erde, die ja seit der Entstehung unseres Planeten aus den feurigen Massen bis zum heutigen Tage noch nicht ganz aufgehört hat, tritt auch eine Schrumpfung des Erdballes ein. Der Umfang der Erde wird durch dieses Zusammenziehen beim Erkalten kleiner und der kleinere Ball hat dann auch eine schnellere Rotation; der Tag wird also kürzer! Komplizierte Berechnungen ergeben, daß eine Abkühlung der gesamten Erdkugel um nur ein fünfzigstel Grad Celsius eine Zusammenziehung der Erdkugel um zwei Meter bewirken würde, d. h. der Durchmesser der Erdkugel würde um diese kleine Strecke geringer werden. Schon diese winzige Veränderung aber zöge eine Abnahme der Tageslänge um eine fünfundsiebzigstel Sekunde nach sich!

Diese die Rotation der Erde teils beschleunigenden, teils verlangsamenden Einflüsse wirken sich zwar entgegen und verwischen gegenseitig ihre Tätigkeit teilweise, aber jene durch die Anziehung des Mondes hervorgerufene Verlangsamung des Tages, die durch die große tägliche Flutwelle der Ozeane bedingt wird, die sozusagen bremsend wirkt, muß überwiegen und dereinst Tag und Monat gleichmachen. Dann steht der Mond unbeweglich über einem bestimmten Punkt der Erde, geht nie auf, nie unter; wie ja heute vom Monde aus gesehen die Erde als große Kugel immer an derselben Himmelsstelle steht, aber nur von der uns zugekehrten Mondhälfte aus sichtbar ist.

Angenommen, es würde durch irgend ein Ereignis, etwa durch das Zusammentreffen der Erde mit einem Weltkörper, die Erdkugel von außen einen Stoß erhalten, so könnte dadurch die Drehung der Erde sehr verändert werden; es würde die Drehungsachse verschoben und mithin würden auch die beiden Pole der Erde verändert, d. h. andere Punkte der Erdoberfläche

würden dann Nordpol und Südpol, und auch der Äquator durchzöge andere Länder. Alle klimatischen Verhältnisse erlitten eine Umänderung; wo heute ewiges Eis den Polarfahrern den Weg versperrt, würde offenes Meer sein, und Länder, die vordem heißes Klima hatten, würden kühler, andere, die kaltes Klima aufweisen, wärmer werden. Die Tier- und Pflanzenwelt müßte sich entsprechend verändern, das Meer anders strömen, die ganze Erde ein anderes Gesicht bekommen.

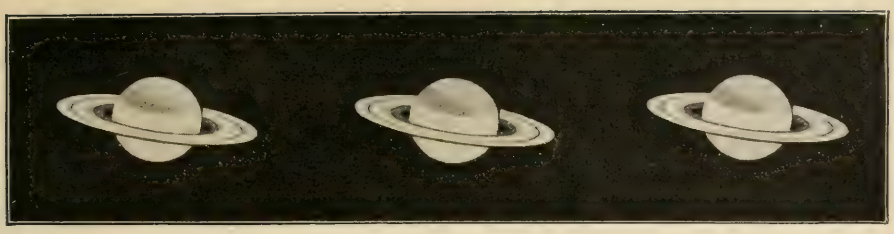
Und das alles, wenn die Erdachse einmal „aus ihren Angeln springen würde!" Kann sie das nun in der Tat tun, oder hat sie es einmal seit den unzähligen Milliarden Jahren, in denen die rundliche Mutter Erde ihr Tänzchen mit dem Monde um die Sonne wagt, getan? — Diese Frage ist — wie durch das oben Gesagte deutlich geworden sein wird — gleichbedeutend mit der Frage, ob früher einmal die Pole der Erde an anderen Stellen lagen, und es da, wo heute Tiger und Löwen in dichten Tropenwäldern oder auf sengendem Wüstensande einherschleichen, früher kälter war.

Es ist nun in der Tat über jeden Zweifel sichergestellt, daß in früheren Jahrmillionen sehr starke Temperaturschwankungen eingetreten sind. Der Paläontologe, der den versteinerten Resten des Lebens früherer Erdepochen nachgeht, um über den Entwicklungsgang des Erdenlebens Forschungen anzustellen, zeigt uns, daß da, wo heute das Eis sich breitet, Pflanzen und Tiere warmer Zonen lebten, daß die Bäume früherer Zeitalter keinerlei Jahresringe erkennen lassen und so den Beweis liefern, daß sich jahreszeitliche Temperaturschwankungen noch nicht bemerkbar machten. — Vor allem wissen wir aus geologischen und paläontologischen Funden verschiedenster Art, daß die Erde mehrfach von sehr lange währenden Vereisungen weiter Gebiete heimgesucht war. Gerade Norddeutschland ist ein klassischer Zeuge der letzten Eiszeit, die vor etwa 15 000 Jahren ihr Ende erreichte und vielleicht 200 000 Jahre gewährt hat. Der ganze Boden Norddeutschlands ist viele hundert Meter hoch mit sozusagen landfremdem Sand- und Gestein bedeckt, das die Eismassen von Skandinavien mit sich führten und hier ablagerten. Überall finden sich Spuren des Menschen der Eiszeit und typischer Eiszeittiere (Mammuth, Renntier, Höhlenbär usw.). Aber auch im heutigen Äquatorgebiet finden wir Vereisungsspuren; die ganze Erde muß damals viele Jahrtausende lang eine erheblich niedere Temperatur gehabt haben als heute und lange vorher. Es ist freilich sehr schwer, die Ursachen dieser Klimaschwankungen zu finden. Sie brauchen nicht immer astronomischer Natur zu sein, und stärkere Verlagerungen der Erdachse sind nicht sehr wahrscheinlich, wenigstens nicht in späteren Zeiten der Erdentwicklung.

Kleinere Schwankungen der Erdachse finden nun, wie neuere Forschungen zeigen, in der Tat statt; die Pole der Erde verschieben sich um geringe Beträge. Der bekannte Astronom K ü s t n e r zu Berlin (jetzt in Bonn)

und der Amerikaner Chandler stellten 1885 zuerst durch sorgfältige, mit sehr feinen astronomischen Meßinstrumenten angestellte Beobachtungen fest, daß die Sterne kleine Verschiebungen erleiden, die aber nur scheinbar sind, denn es zeigte sich aus der Art dieser Verschiebungen, daß in Wirklichkeit der Erdkörper, genauer gesagt die Erdachse, schwankt, wodurch dann für uns eine Lageveränderung der Sterne hervorgerufen wird. Das war eine sehr wichtige Entdeckung, denn alle astronomischen und geographischen Messungen sind ja nur dann vollkommen zuverlässig, wenn die Lage der Erdorte zu den Sternen keine Veränderung erleidet. An verschiedenen Erdorten stellte man deshalb sehr sorgfältige Beobachtungen dieser Art an, um die Schwankungen der Erdachse genauer festzustellen. So sandte die deutsche Regierung den Berliner Astronomen Marcuse nach Honolulu, und die Messungen, die der genannte Gelehrte dort vornahm, bestätigten vollkommen die früheren Untersuchungen. Jetzt werden auf sechs internationalen Stationen, nämlich in Japan, in Sardinien, in Pennsylvanien, in Turkestan, in Ohio und in Kalifornien ständig diese Schwankungen beobachtet. Alle diese Beobachtungen erhält die Sternwarte zu Potsdam, und dort wird dann das Resultat festgestellt. — Es zeigt sich nun, daß die Schwankungen der Erdachse oder, besser gesagt, die Lageveränderungen der Erdachse im Erdkörper, jetzt sehr kleine sind; man fand, daß sich in den Jahren 1890 bis 1900 der Nordpol der Erde in einer Spirallinie um einen ideellen Punkt bewegt. Die Bewegung ist ziemlich ungleichmäßig, und zwar verschiebt sich der Nordpol um nur sechzehn Meter im Maximum.

Woher kommen nun diese Lageveränderungen der Erdachse? Es läßt sich theoretisch zeigen, daß sich die Umdrehungsachse einer freischwebenden Kugel ändern muß, wenn innerhalb oder auf dieser Kugel die Massen sich verschieben. Tatsächlich finden nun solche Massenverschiebungen auf der Erde und in der Erde fortgesetzt statt. Die gewaltigen Luftdruckänderungen, die bald hier, bald dort stärker sind, die Flüsse, die mächtige Erdmassen abspülen, fortreißen und an ihren Mündungen ablagern, vulkanische Vorgänge, Lageveränderungen der Erdmassen bei Erdbeben usw. usw., alles das sind Ursachen genug, die jene „Polschwankungen" bedingen. Weit größere Massenveränderungen, ja Verschiebungen ganzer Länder- und Gebirgsmassen, mächtige Revolutionen im Innern der Erde müssen aber in vergangenen Erdepochen stattgefunden haben, als noch die inneren Gewalten der Erdkugel zuweilen mächtig hervorbrachen und alles umwälzten. Damals muß die Erdachse ganz unvergleichlich größere Lageveränderungen erfahren haben, so daß damals die Pole und der Äquator der Erde ganz wo anders lagen als heute. Vielleicht grünten damals dort, wo heute das Polarlicht sich in haushohen Eisbergen bricht, mächtige Farrenwälder und am heutigen Äquator breitete sich Nacht und Eis.



Und schnell und unbegreiflich schnelle
Dreht sich umher der Erde Pracht;
Es wechselt Paradieseshelle
Mit tiefer schauervoller Nacht;
Es schäumt das Meer in breiten Flüssen
Am tiefen Grund der Felsen auf,
Und Fels und Meer wird fortgerissen
In ewig schnellem Sphärenlauf.

Goethe.

Vom Kreislauf des Jahres

Keimen und Blühen, Reifen und Welken. Ungleiche Geschwindigkeit der Erde beim Jahreslauf um die Sonne. Im Winter steht die Erde der Sonne näher als im Sommer. Die Erdbahn ist eine Ellipse. Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Entstehung der verschiedenen Klimazonen auf Erden. Die Wirkung schräg und gerade auftreffender Sonnenstrahlen. Wie die Jahreszeiten entstehen. Die Schiefe der Ekliptik. Wenn die Erdachse anders geneigt wäre.

Ein Abbild unseres eigenen kleinen Lebens ist er, dieser Kreislauf des Jahres mit seinem Keimen und Grünen, Blühen und Reifen, Absterben und Verdorren. Des Frühlings drängendes Werden, des Sommers entfaltende Glut, des Herbstes segenbringendes Geben, des Winters erstarrendes Einschlafen, dem doch wieder das frohe Erwachen folgen muß, wir erleben's jahrein und -aus, und immer wieder ist's uns interessant, neu, bewundernswert. Das ist ein ewiges, nun schon Jahrmillionen währendes Pulsieren der Natur, das, vom Großen ausgehend, die kleinsten Teilchen in Bewegung setzt, zur Schaffung eines mächtigen Gesamtbildes voll Kraft, Segen und Schönheit. Diese alte Erde verjüngt sich alle Jahre wieder, wird immer wieder neu, ein ewiger Jungbrunnen. Immer ist die eine Hälfte in kräftebewegender Entwicklung und die andere ruht; und nach Ablauf der ewig gleichen Frist steigt der ausgeschöpfte Eimer an diesem Ziehbrunnen des irdischen Seins hernieder, um den anderen, gefüllten, emporzulassen.

Und das alles ist nur bedingt durch die Bewegung des Gestirns, das uns die Natur zum Wohnsitz angewiesen hat, um den Sonnenball, und ist bedingt durch die auf den ersten Blick so nichtig scheinende Tatsache, daß die Achse der Erde nicht senkrecht zu der Bahn steht, die der Erdball um die Sonne beschreibt, daß vielmehr dieser gewaltige Kreisel, der mit uns durch die Sternenräume rollt, von dem, der ihn einst ins Rollen brachte, ein wenig schief aufgesetzt wurde.

Es sind außerordentlich einfache Verhältnisse, die diesen interessanten Kreislauf des Jahres mit all seinen Nebenerscheinungen bedingen, aber es ist eine alte Erfahrung, daß der Mensch gerade das Alltägliche am ehesten übersieht und unbeachtet läßt. Plaudern wir daher ein wenig über die Entstehung der Jahreszeiten und der verschiedenen Klimazonen auf unserem Planeten, als von Geheimnissen, die uns, als wir noch die Schulbank drückten, gut bekannt waren und die uns teilweise wieder im Kampf des Alltags aufs neue zu Geheimnissen geworden sind.

Immer wieder müssen wir uns hierbei daran erinnern, daß die Erde eine frei schwebende, die Sonne umwandernde Kugel ist. Uns freilich will es ja erscheinen, als wandere die Sonne am Himmel weiter unter den Sternen, denn nach Sonnenuntergang sehen wir immer andere Sternbilder im Laufe des Jahres am Himmel stehen und nach Ablauf des Jahres hat die Sonne in der Tat einmal das ganze Firmament umwandert, ist sie von einem Sternbild ins andere gerückt, wie wir das im Kalender ja deutlich angegeben finden. Aber diese Bewegung ist, wie gesagt, ein Schein; es ist dieselbe Täuschung, der wir unterliegen, wenn wir, von einer Brücke in den fließenden Strom hinabsehend, die Brücke statt des Wassers sich fortbewegen sehen. Wenn wir mit der Bahn fahren, scheinen die Signallichter und Laternen draußen fortzueilen, und doch lassen wir uns dadurch nicht täuschen, sondern wissen, daß sie nur die Bewegung des Zuges widerspiegeln. Wir erkennen also die Bewegung der Erde im Weltenraume an der scheinbaren Bewegung der Sonne, und bei aufmerksamer Beachtung der Sonnenbewegung macht man die Bemerkung, daß diese nicht an allen Tagen des Jahres gleichmäßig groß ist. So ergeben die Beobachtungen, daß die Sonne in den Wintermonaten täglich einen größeren (scheinbaren) Weg zurücklegt als im Sommer. Im Juni durchläuft sie in einer Woche eine Strecke am Firmament, die nahezu dreizehnmal so lang ist wie der Vollmonddurchmesser; im Dezember hingegen ist der in derselben Zeit zurückgelegte Weg um einen Monddurchmesser länger.

Wie kommt diese ungleiche Geschwindigkeit der Erde, die sich nun in der scheinbaren Bewegung der Sonne abspiegelt, zustande? Die Himmelskörper ziehen einander an; die mächtige Sonne wirkt wie ein riesenhafter Magnet auf den kleinen Erdball und schwingt ihn um sich herum im Zirkeltanz. Je näher ein Eisenstück dem Magneten kommt, desto kräftiger wird es angezogen, und je näher die Planeten der Sonne kommen, desto schneller müssen sie sich um diese herumbewegen. Der Umstand also, daß die Erde bald schneller, bald langsamer wandert, beweist uns schon, daß die Erdbahn so gestaltet ist, daß die Erde der wärmenden Sonne bald näher, bald ferner sein muß. In der Tat erscheint uns die Sonne im Sommer auch um eine deutlich meßbare Größe kleiner als im Winter, — ein sicheres Zeichen, daß die Erde tatsächlich im Winter der Sonne näher steht als im Sommer.

Das nimmt uns nun einigermaßen Wunder, denn wir müßten doch annehmen, daß jemand, der dem Feuer näher ist, auch mehr erwärmt wird; da es nun im Winter nicht wärmer als im Sommer ist, sondern umgekehrt, so müssen hier wohl ganz besondere Umstände eine Ausnahme von der allgemeinen Regel bedingen. Indessen, darüber wollen wir einstweilen nicht sprechen, sondern uns die Bahn der Erde genauer ansehen. (Abb. 167.)

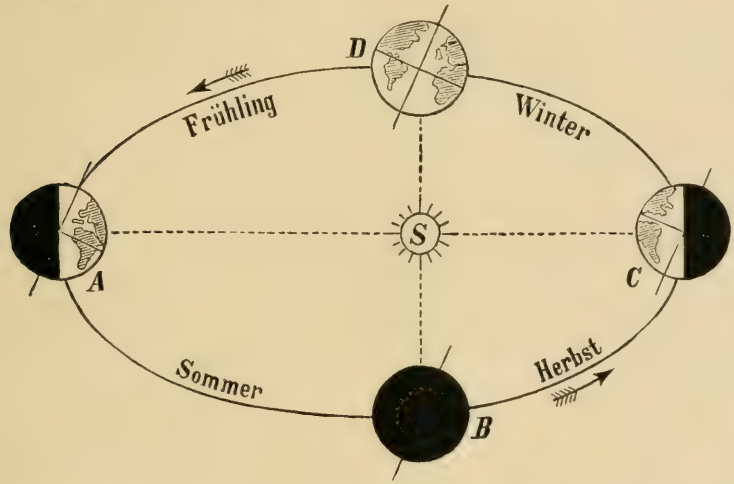


Abb. 167. Jahreslauf der Erde um die Sonne

Die Erdbahn ist kein Kreis, in dessen Mittelpunkt die Sonne steht, wie man wohl mitunter so gemeinhin sagen wird, sondern die Erdbahn ist eiförmig, d. h. sie ist eine Ellipse, wenn auch nicht so länglich wie hier unsere Erdbahn A, B, C, D. Die Sonne steht, wie wir hier sehen und soeben lernten, nicht in der Mitte der Ellipsenbahn, sondern dem einen Rande — wenn wir uns so ausdrücken dürfen — näher, und die Erde läuft nun in der Richtung der Pfeile um die Sonne herum, in einer Zeit, die 365 Tage 6 Stunden lang ist und die wir ein Jahr nennen.

Steht die Erde in A, so ist sie in Sonnenferne, wir haben dann bei uns zu Lande Sommer; steht sie hingegen in C, so ist sie der Sonne näher, trotz alledem aber haben wir dann Winter, und die uns nun nähere Sonne kann Eis und Schnee nicht hindern; warum — werden wir bald sehen. Den Punkt A hat die Erde am 21. Juni inne; sie wandert nun weiter und steht am 23. September in B, d. h. sie steht so, daß der Punkt A, die Sonne S, und der Punkt B einen rechten Winkel bilden. In dieser Stellung haben wir bei uns Herbst. Die Erde rollt ihrer Winterstellung zu und erreicht den Ort C am 21. Dezember, sie steht nun dem Punkt A diametral gegenüber und wieder zu B im rechten Winkel. Nunmehr gelangt der Planet nach D, wo er am 21. März eintrifft und sich dem Herbstpunkt gegenüber befindet: wir haben Frühling. Nach weiteren drei Monaten endlich hat unser

großer Reisewagen seinen Weg einmal durchlaufen und pünktlich läuft er am 21. Juni in die Sommerstation ein.

Betrachten wir uns die beiden Bahnstrecken B C D und D A B genauer, so sehen wir, daß die erste (die von der Erde während unseres Winterhalbjahres durchlaufen wird) beträchtlich *kleiner* ist als die andere, und da nun außerdem noch zu dieser Zeit die Erde der Sonne näher steht und sich schneller bewegt als im anderen Halbjahr, so folgt mit logischer Konsequenz, daß die Erde diesen Weg schneller absolviert als den Sommerweg; auf gut deutsch: *der Winter muß kürzer sein als der Sommer*. Daß dies der Tatsache entspricht, weiß jedermann: der Winter ist um acht Tage kürzer als der Sommer.

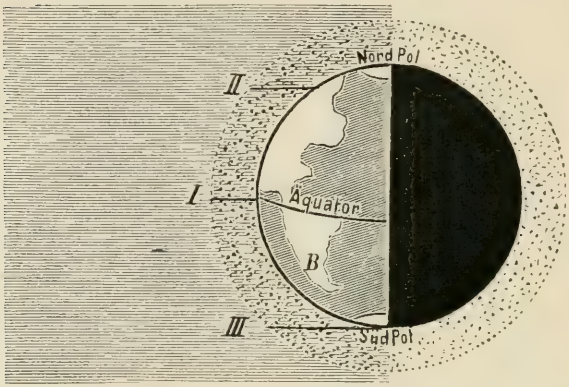


Abb. 168. Erleuchtung der Erde durch die Sonne

Kehren wir aber nunmehr zur Erde selbst zurück, um die Wirkungen der Sonne näher zu studieren. Die Sonne ist es ja, die unsern kalten, starren Stern wohnlich und fruchtbar macht. Wie sie ihn erleuchtet, so erwärmt sie ihn gleichzeitig; es muß daher auch selbstverständlich die Tagseite von der Sonne erwärmt werden, während die Nachtseite die tagsüber empfangene Wärme zum Teil wieder in den bitterkalten Weltenraum hinausstrahlt und sich daher abkühlt.

Wie erklärt es sich aber nun, daß — obgleich die Sonne auf der ganzen Taghälfte scheint und wärmt — die Gegenden um den Äquator der Erde ganz bedeutend wärmer sind als die Gegenden, die den Polen der Erde näherliegen? Mit anderen Worten: wodurch entstehen die verschiedenen „*Wärmezonen*", die wir „heiße", „gemäßigte" und „kalte" Zonen nennen? So einfach die Frage an sich ist, so einfach überhaupt diese Phänomene sind, sie werden oft ganz unglaublich falsch begründet und jener Schüler, der da sehr einfach sagte: „an den Polen ist es kalt, weil dort viel Schnee und Eis lagert", hat viele Glaubensgenossen. Wir wollen versuchen, uns die Sache klarzulegen.

In Abb. 168 treffen die Strahlen der Sonne von links her den Erdball, der von der Lufthülle, die wir durch Punktierung andeuteten, umgeben ist. Alle Strahlen der Sonne müssen also erst durch die Atmosphäre der Erde hindurchgehen, ehe sie die Erdoberfläche treffen und selbstverständlich erhebt

die Luft dafür einen Brückenzoll: sie verschluckt einen Teil des Lichtes und der Wärme, ziemlich viel sogar, nämlich 40 Prozent. Betrachten wir nun die Lichtstrahlen, die den Äquator treffen, also bei I in die Atmosphäre eintreten, und im Vergleich dazu die Strahlen, die bei II eintreten und etwa in der Breite von Norwegen die Erde erreichen, so sehen wir deutlich, daß die Strahlen der Sonne am Äquator der Erde einen bedeutend kleineren Weg durch die Lufthülle zurückzulegen haben als die Strahlen, die im Norden (oder auch im Süden bei III) die Erdkugel erreichen. Je größer aber die zu durchdringende Luftschicht ist, desto mehr Wärme und Licht geht in derselben verloren; daher kommt es auch, daß die Sonne, wenn sie tief am Horizont steht, wo ihre Strahlen die dickeren Luftschichten durchdringen müssen, nicht so hell erscheint und nicht so stark wärmt, als wenn sie zur Mittagszeit hoch am Himmel steht.

Wir sehen nun leicht ein, daß infolge dieser verschiedenartigen Absorption (Verschluckung der Wärmestrahlen im Luft-Ozean der Erde) die Gegenden am Äquator mehr Wärme empfangen als die nördlichen oder südlichen Partien der Erdkugel. Schon aus diesem Grunde muß es am Äquator heißer sein; aber es kommt noch etwas sehr Wichtiges hinzu, das wir leichter verstehen werden, wenn wir ein kleines Experiment anstellen.

Wir nehmen ein Brennglas und halten es so in das Sonnenlicht, daß es auf ein dahintergehaltenes Kartenblättchen einen hellen runden Schein wirft, das Sonnenbild, ein Experiment, das wir als Kinder wohl oft machten. Schon nach kurzer Zeit merken wir, daß das Papier an dieser Stelle brennend heiß wird, ja vielleicht gar ansengt. Nun wiederholen wir dieses Experiment, nur mit der Veränderung, daß wir unser Kartenblatt schräg zur Fläche der Linse stellen. Wir erhalten jetzt kein kreisrundes Sonnenbild, sondern einen langgestreckten Lichtkegel, der viel weniger leuchtet und außerdem nie und nimmer unser Papier versengen wird, denn er wärmt nur unbedeutend. Warum? Die mittelst der Lupe gesammelte Wärme trifft — wenn wir das Papier parallel zur Ebene des Glases halten — nur einen kleinen runden Fleck und hat diesen zu erwärmen. Halten wir aber das Papier schräg, so sehen wir, daß der von Licht und Wärme getroffene Fleck viel größer ist. Da sich also jetzt die vorhandene Wärme auf eine viel größere Fläche verteilen muß, so wird ein einzelner Punkt dieser Fläche um so viel weniger Wärme erhalten.

Ganz genau so verhält es sich nun mit den Sonnenstrahlen, die die kugelförmige Erde treffen. Am Äquator treffen sie (siehe Punkt I in Fig. 168) senkrecht auf die Erde und können diese stark erwärmen; an den Polen (siehe Punkt III) aber streichen sie ganz schräg über die Erde hin und ihre Wirkung ist äußerst gering. Zu Eis erstarrt dort alles und prächtige diamanthelle Kristallbauten ragen zum Himmel, während am Äquator im heißen, dämmerig-dunklen Blättergewirr immergrüner Wälder

die bunte, farbenprächtige Welt der Tropen ihr Wesen treibt oder unendliche Sandwüsten glühende Dünste ausatmen.

Wir haben so in großen Zügen skizziert, warum es am Äquator heißer sein muß als an den Polen oder den ihnen nahe liegenden Gegenden. Selbstverständlich sprechen da noch viele andere Faktoren mit, die das Klima eines Ortes beeinflussen. Hohe Gebirge können die Stürme abhalten und so ein Land, das eigentlich ziemlich rauh sein müßte, wirtlich machen; Länder, die vom Meer umspült werden, haben mildere Winter und nicht gar zu brennende Sommerhitze, weil hier das ewig gleichtemperierte Meer einen gewissen Ausgleich schafft usw.

Während ich diese Zeilen niederschreibe, brausen die Winterstürme ums Haus, weiße Flocken wirbeln gegen die Scheiben und Schlittengeläut dringt von der Waldstraße herüber. Die neueste Zeitung aber bringt lange Berichte von todbringender Hitze aus Südamerika, speziell Buenos-Aires, von Heuschreckenschwärmen, die sich dort auf den in der Sonnenglut versengenden Kornfeldern niederlassen. Buenos-Aires liegt nun aber durchaus nicht allzu nahe dem Äquator der Erde, sondern unter 35 Grad südlicher Breite, etwa da, wo wir auf der Erdkugel in Fig. 168 ein B sehen. Hier müßte etwa eine Temperatur herrschen, wie sie in Spanien zu finden ist, wenngleich wir damit nicht sagen wollen, daß nicht auch in diesen Breiten einmal eine außerordentliche Hitze vorkommen kann. Aber wir können ruhig noch tiefer zum Südpol heruntergehen, etwa nach der äußersten Südspitze von Amerika, die genau so weit vom heißen Äquator abliegt wie Berlin und doch werden wir finden, daß dort jetzt alles in voller Blüte steht, daß dort Hochsommer ist, während bei uns der Winter sein strenges Regiment hat. Haben *wir* hingegen Sommer, so ist *dort* Schnee und Eis, kurzum: *die Jahreszeiten sind auf den beiden Erdhälften diesseits und jenseits des Äquators entgegengesetzt.*

Wodurch kommt dieses merkwürdige Spiel im Naturgeschehen zustande? Der Astronom antwortet darauf: „Dadurch, daß die „*Ekliptik*“ (scheinbare Bahn der Sonne am Himmel) gegen den Erdäquator *geneigt* ist.“

Um uns diese etwas komplizierte Antwort des Astronomen in gutes Deutsch zu übertragen, müssen wir wieder an der Hand einer Zeichnung die ganzen Verhältnisse näher betrachten. Daß sich die Erde um die Sonne dreht und nicht umgekehrt, wissen wir, trotzdem aber sehen wir im Laufe eines Jahres die Sonne den Himmel umkreisen, und wir wollen — um uns die Sache leichter zu machen — diesem Anschein entsprechend uns die Erde stillstehend und die Sonne bewegt denken. Der große Kreis A B C D in Abb. 169 stelle das Himmelsgewölbe mit seinen Sternen vor. In diesem Gewölbe befindet sich die Erdkugel, auf der wir die Erdachse N S und den Äquator E E angedeutet haben. Die Bahn B F D H aber ist die scheinbare Bahn der Sonne während eines Jahres, die sogenannte „*Ekliptik*“. Wir

sehen deutlich, daß die Ekliptik nicht mit dem Äquator E E in einer Ebene liegt, sondern daß ein Teil derselben über, der andere unter der Äquatorebene liegt. Steht nun die Sonne im Punkt D ihrer Bahn, so steht sie über dem Äquator und jedermann wird einsehen, daß sie dann für die nördliche Erdhälfte hoch am Himmel steht, mithin diese stark erwärmen kann und somit für sie in dieser Stellung den Sommer bringt. Die Südhalbkugel der Erde hingegen muß, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß sich die Erdkugel um ihre Achse N S dreht, nun Winter haben, denn für alle Orte auf ihr steht die Sonne jetzt zur Mittagszeit nicht hoch über dem Horizont; ja, sie geht dann für den Südpol (S) überhaupt nicht auf.

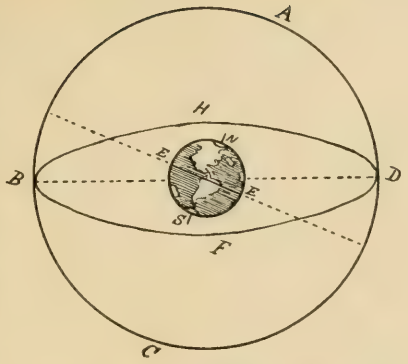


Abb. 169. Scheinbarer Lauf der Sonne um die Erde

Wir erkennen nun auch, weshalb die Tage im Sommer länger sind. Die Sonne geht schon sehr früh im Nordosten auf, geht spät im Nordwesten unter, und kommt zur Mittagszeit sehr hoch, sie beschreibt einen großen Weg am Himmel und braucht dazu viel Zeit.

Gerade umgekehrt gestalten sich nun aber die Verhältnisse, wenn die Sonne nach einem halben Jahre im Punkt B angekommen ist. Hier steht sie unter dem Äquator, vermag also die Südhalbkugel der Erde besser zu bescheinen und zu erwärmen und bringt nunmehr dieser den Sommer. Dagegen haben wir dann auf unserer nördlichen Erdhälfte den Winter und die Sonne steht niedrig am Himmel; sie hat ihren Tagesweg bald vollendet und früh am Nachmittage müssen wir unsere Lampen anzünden. Wir sehen jetzt, daß auf Erden unbedingt in dieser Hinsicht des einen Eule des anderen Nachtigall sein muß; wir müssen Sommer haben, wenn unsere Gegenfüßler im Schnee stecken und umgekehrt.

In den beiden Zwischenstellungen, nämlich in den Punkten H und F befindet sich die Sonne weder über noch unter dem Äquator; sie steht dann genau in der Ebene desselben, beide Erdhälften erhalten dann gleich viel Licht und Wärme. Wir haben dann Frühling auf der nördlichen und Herbst auf der südlichen Halbkugel oder umgekehrt.

Wir sagten schon zu Anfang dieser letzten Erörterungen, daß sich die Sache etwas anders verhält als wir hier erläuterten: nicht die Sonne ist es, die sich in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden zur Erde stellt, sondern die Erde ist es, die bald die eine, bald die andere Halbkugel mehr der Sonne zukehrt. Sehen wir uns darauf hin wieder Abb. 167 an. Die Achse der Erde steht schräg geneigt zu ihrer Bahn und diese Neigung bleibt stets gleich, wie

wir an den vier Hauptstellungen der Erde in Abb. 167 erkennen. Wir sehen, daß die Erde im Sommer, wenn sie in A steht, die nördliche Hälfte der Sonne zuwendet, und daß dann der Nordpol mit erhellt und erwärmt wird. Weil aber die Neigung der Erdachse unverändert so bleibt, muß die Erde naturgemäß nach einem halben Jahre, also in C, die Südhalbkugel der

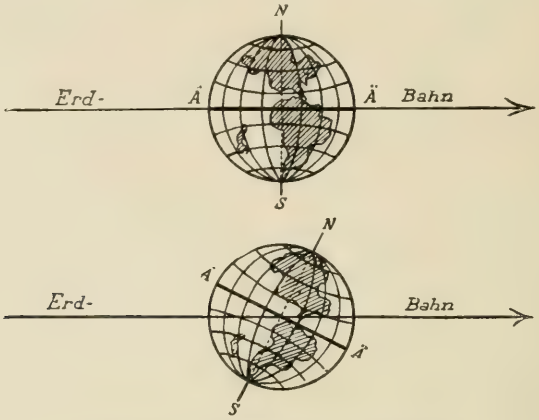


Abb. 170. Neigung der Erdachse

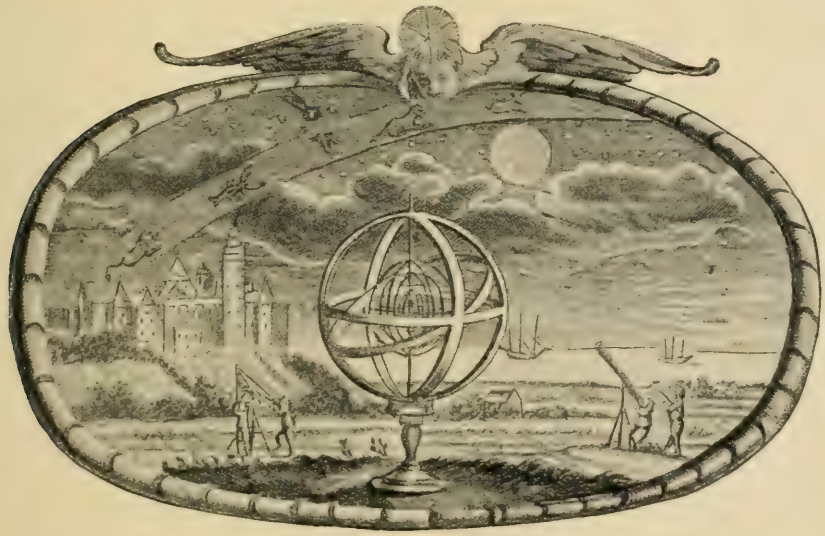
Sonne zukehren und wir sehen auch am Bilde, daß nun der Südpol beleuchtet wird und der Nordpol dunkel und kalt bleibt. Folglich müssen sich die Jahreszeiten wie oben geschildert, entwickeln.

Der Umstand, daß die Erde zur Zeit, wenn wir Winter haben, der Sonne näher steht, kommt gar nicht in Betracht; denn die Änderung ist, obwohl sie 5 000 000 Kilometer beträgt, nicht beträchtlich genug, um eine wesentliche Schwankung der Temperatur zu bewirken.

Wir haben also gesehen, daß es die Neigung der Erdachse ist, die uns „des Sommers bunte Pracht, des Winters trübe Nacht" ins Land zaubert. Stände die Erdachse senkrecht zur Erdbahn, resp. wäre die Ekliptik, die Sonnenbahn, mit dem Äquator in einer Ebene, so herrschte ein ewiges Einerlei auf unserem Planeten. In Abb. 170 ist oben der Erdkörper so zur Bahnebene gezeichnet, daß die Erdachse gerade senkrecht auf der Bahn steht und der Erdäquator mit ihr in einer Ebene liegt. Lägen die Verhältnisse so, so gäbe es keinen Winter und Sommer. In Wirklichkeit aber bilden Erdäquator und Bahnebene einen Winkel von 23½ Grad, wie es die untere Zeichnung Abb. 170 zeigt. Wenn es sich aber die Erde einfallen ließe, eines Tages eine noch tiefere Verbeugung vor der Sonne zu machen, ihre Achse noch schräger zu stellen, so würden die jahreszeitlichen Unterschiede noch weitaus stärker hervortreten; eine ganz andere Temperaturverteilung fände statt, ganz andere Verhältnisse herrschten auf Erden, denn die ganze lebende Welt, die ja aufs allerinnigste von den klimatischen

Bedingungen abhängig ist, müßte sich dem anpassen. In der Tat war das früher einmal so. Im Laufe der Jahrmillionen hat das Klima auf Erden gewechselt, wie viele Funde uns beweisen.

Wir sehen aber aus diesen Betrachtungen, daß ein geringfügig erscheinender Umstand, eine mehr oder weniger schiefe Stellung der Umdrehungsachse eines Planeten, ganz andere Zustände nach sich ziehen muß, und daß die Bewohnbarkeit einer Welt schließlich von solchen auf den ersten Blick dem Laien ganz unwichtig erscheinenden Dingen abhängig ist. Rein mechanische Punkte können so darüber entscheiden, ob ein Stern der Wohnsitz eines Geschlechtes von Lebewesen wird, das in die tiefsten Probleme der Natur eindringt, oder ob er als ein nur niederen Geschöpfen Daseinsbedingungen bietender Weltball, ja als gänzlich unfruchtbare Gesteinswüste durch das Universum zieht.



Über die Berge, über die Bäume
Schwebt des Mondes goldner Flimmer,
Durch den Wald senkt sich der Schimmer.
Drin erwachen zarte Träume.
Geister schweifen sacht
Durch die stille Nacht. Tieck.

Die Welt des Mondes

Was der Mond erzählt. Was wir mit unseren Riesenfernrohren noch auf dem Monde zu erkennen vermögen. Die Entfernung des Mondes. Die Mare des Mondes. Wann der Mond am besten zu beobachten ist und weshalb. Die Ringgebirge des Mondes. Höhe der Mondberge. Gebirgszüge auf dem Monde. Wie die Ringgebirge entstanden sind. Die „strahlenden Berge". Die „Rillen". Der Mond ist eine erstorbene Welt. Der Tag des Mondes. Was das Fehlen der Luft auf dem Monde mit sich bringt. Das aschfarbene Licht des Mondes. Veränderungen und Spuren von Wasser auf dem Monde. Was wir auf dem Monde nicht sehen.

Wenn hinter den schwarzen Baumwipfeln der bleiche Mond emporsteigt, wenn sein milder Schein die braune Heide in Dämmer hüllt, überkommt uns eine rechte Feiertagsstimmung und die traumhaft poetischen Geschichten, die Andersen in seinem „Bilderbuch ohne Bilder" den Mond erzählen läßt, ziehen uns wieder durch den Sinn. Ja, in der Tat! Was wüßte er nicht alles zu erzählen, der gute treue Erdbegleiter, der Freund aller Liebenden und — Dichter, der dort oben seit Jahrmillionen seine stille Straße zieht?! Er sah den Erdball schon als feuerflüssige Kugel, sah auf seiner Oberfläche die Meere und Kontinente entstehen, sah aus dem wilden Chaos das Leben in seinen tausendfältigen Formen erblühen. Sein Silberlicht brach sich an den gewaltigen Eismassen, die zur „Eiszeit", als der Mensch mit rohem Steinbeil auf die Jagd auszog, fast selbst noch ein Tier, die deutschen Gaue bedeckten, er leuchtete den Ägyptern vor Jahrtausenden beim Bau ihrer Pyramiden, blickt heute auf die modernen Großstädte nieder, deren elektrische Sonnen sein Licht verdunkeln und — wird dereinst den Erdball als starre, allen Lebens bare Welt noch immer umkreisen. — —

Das alles könnte uns der Mond erzählen, aber noch viel mehr erzählt er denen, die seine bleichen Züge studieren, aus seinen gewaltigen Altersrunzeln seine interessante Geschichte lesen: den Astronomen; er erzählt von der Zukunft der Erde, vom Ende einer Welt. Unsere modernen Riesenfernrohre lassen uns die Nachbarwelt des Mondes außerordentlich eingehend

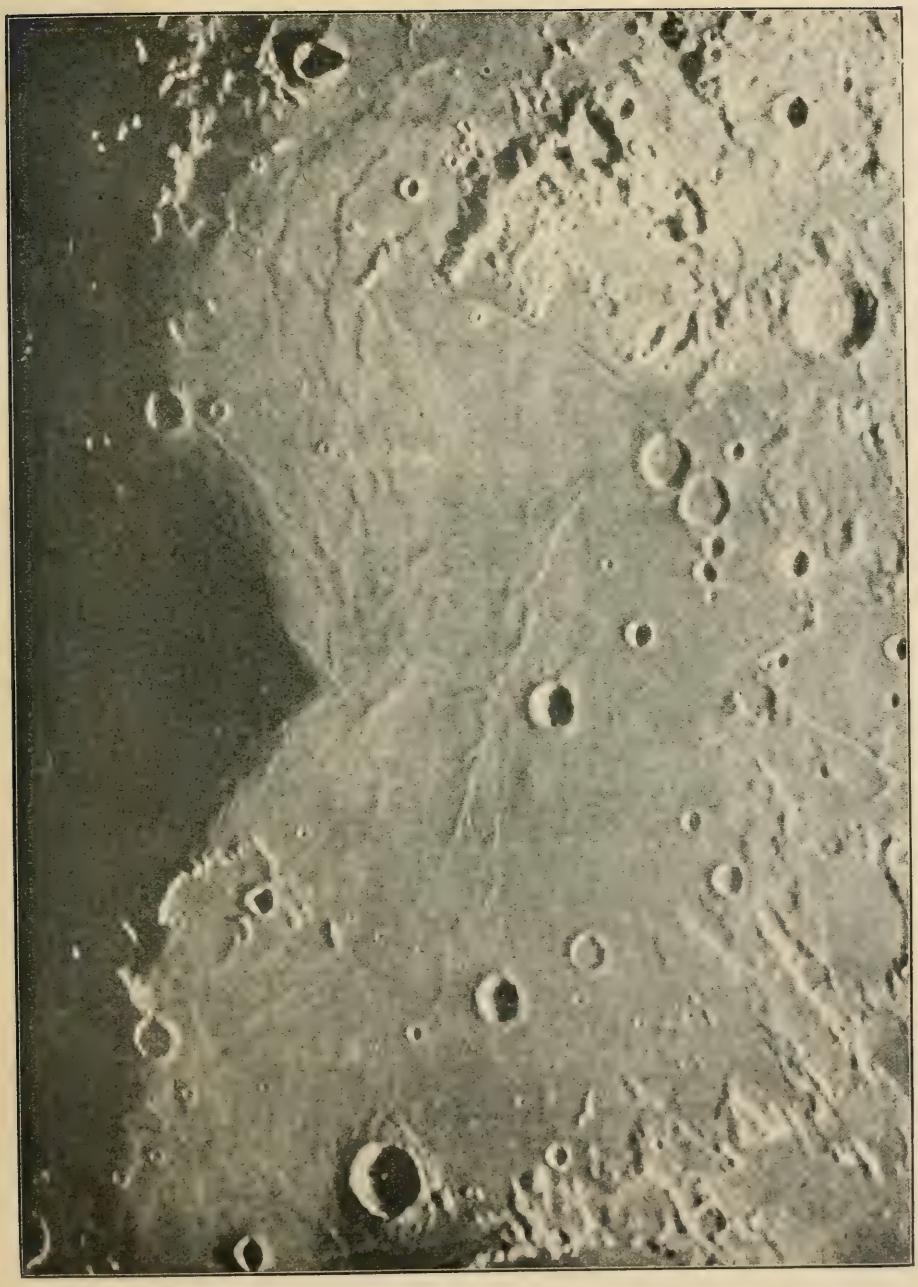


Abb. 171. Photographie des „Mare Tranquillitatis“ auf dem Monde
Aufnahme der Pariser Sternwarte

studieren, können wir doch mit ihnen Gegenstände von ca. 150 Meter im Durchmesser, also einen Gebäudekomplex von etwa 10—15 Häusern, deutlich als punktförmiges Objekt erkennen. Freilich, der Mond ist ja auch unser Nachbar im Weltenraum, eine „Nachbarschaft", die denen, die nicht wie der Astronom gewöhnt sind, mit Millionen und Milliarden Meilen zu rechnen, „weit hergeholt" erscheinen wird. Nur 384 400 Kilometer oder 51 250 Meilen trennen uns vom Monde; das ist eine Strecke, die ein moderner

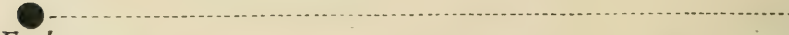


Abb. 172. Entfernung des Mondes von der Erde
in richtigem Verhältnis zur Erdgröße dargestellt

Eilzug in sechs Monaten, ein Artilleriegeschoß, verlöre es seine Geschwindigkeit nicht, in zehn Tagen durchsausen könnte. Jemand, der dreißigmal von Berlin nach New York und zurück gereist ist, hat schon diese Strecke, die uns vom Monde trennt, durchwandert. Und doch, wer vermöchte den leeren Raum, den nur der Lichtstrahl durchquert, zu überbrücken?

Und so ist denn das Licht der einzige Bote, der uns Kunde bringt von jenen fernen Welten da droben. Der Mensch aber hat — indem er Fernrohre erfand — dem Lichtstrahl seine Geheimnisse entrissen, und so richten wir unsere gewaltigen Himmels-Operngucker auf den stillen Mond und durchforschen seine starren Gefilde. Vor uns schwebt da im Fernrohr eine andere Welt, eine Welt mit riesenhaften kreisförmigen Kraterbergen, tiefen Schluchten, hochragenden Zacken, weiten Ebenen und im Sonnenschein glänzenden Gipfeln. Tief hinein in dieses zerklüftete Bergwirrsal dringt unser verschärfter Blick, und stundenlang möchten wir träumend in dieses Chaos von Licht und Schatten starren, das jetzt tot und öde ist und das doch aller Wahrscheinlichkeit nach auch einmal von grünenden Wäldern, spiegelnden Seen und ziehenden Wolken unterbrochen wurde. — In der Tat, der Mond ist gewissermaßen ein gewaltiges Norwegen. Bergkegel ist an Bergkegel gereiht, und im hellen Sonnenschein sehen wir ihre Schatten tiefschwarz weithin fallen. Gerade diese Schatten, die die Gegenstände auf dem Monde werfen, geben uns über die Gestalt dieser Objekte Aufschluß. Wir wissen, daß der Mond eine an sich dunkle Kugel ist gleich der Erde, sie wird von der Sonne erhellt. Steht die Sonne dem Monde gerade g e g e n ü b e r, so ist die ganze uns zugekehrte Halbkugel des Mondes beleuchtet, wir haben dann V o l l m o n d. Unsere Abb. 175 zeigt eine Photographie des Vollmondes. Wir sehen da nicht viel mehr als mit freiem Auge oder mit einem gewöhnlichen Opernglase. Vor allen Dingen erkennen wir jene großen d u n k l e n F l e c k e, die zuweilen als das „Gesicht" des Mondes bezeichnet werden. Diese Flecke sind große E b e n e n, und eine ebene Fläche erscheint, aus großer Höhe betrachtet, stets dunkler als gebirgiges Land. Daß wir es

hier wirklich mit großen Ebenen zu tun haben, erkennen wir bei zu- oder abnehmendem Monde mit dem Fernrohr sehr deutlich, auf Abb. 171 ist ein Teil einer solchen großen Ebene, von den Astronomen „Mare Tranquillitatis“*)

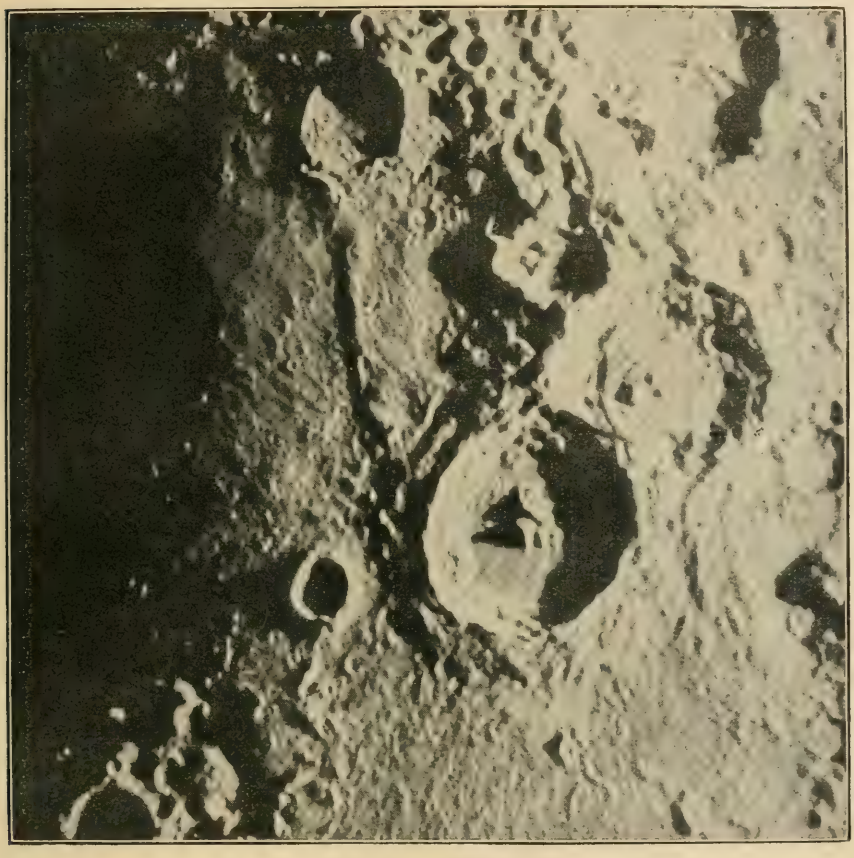


Abb. 173. Mond-Ringgebirge
Theophilus und Umgebung bei Sonnenuntergang

genannt, sichtbar. Wir sehen, es ist rechts von Bergen umgeben, während in ihm selbst nur vereinzelte Krater, halb mit Schatten gefüllt, liegen.

Ferner erkennen wir auf unserer Vollmond-Photographie große helle Partien, das aber sind die großen gebirgigen Gegenden, die besonders unten, am Südpol des Mondes, deutlich hervortreten. Hier sehen wir einige große Berge auffallend hell im Sonnenlicht strahlen. Wie schon erwähnt, sieht man zur Vollmondzeit auch mit großen Fernrohren wenig auf dem Monde, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Sonne dann gewissermaßen senkrecht über der Mondfläche steht, so daß die Berge keine Schatten werfen, sondern nur als helle Punkte, Flecke und Streifen erscheinen,

*) „Mare Tranquillitatis“ so viel wie „Meer der Ruhe“.

denn — und das muß man stets bei Betrachtung des Mondes resp. der hier von ihm beigegebenen Photographien bedenken — wir blicken ja *von oben herab* auf die Objekte, die die Mondfläche aufweist. — Das Publikum

Abb. 174. Mondkarte

Nach Beobachtungen von Beer, Mädler und Nasmyth

Einige der wichtigsten Punkte des Mondes sind durch Zahlen bezeichnet. Die Mondmare (Meere): 1. Mare Crisium, 2. Mare Serenitatis, 3. Mare Tranquillitatis, 4. Mare Foecunditatis, 5. Mare Nectaris, 6. Mare Frigoris, 7. Mare Imbrium, 8. Oceanus Procellarum, 9. Mare Nubium, 10. Mare Humorum, 11. Der Gebirgszug der Mondapenninen, 12. und 13. Die Ringgebirge Kopernikus und Plato, 14. Der „strahlende Berg" Aristarch, 15. Die drei Ringberge Arzachel, Alphons, Ptolemäus, 16. Theophilus, 17. Tycho.

glaubt zumeist, zur Vollmondzeit könne man den Mond besonders gut beobachten und ist beim Besuch der Sternwarte enttäuscht, daß unser Trabant dann selbst in großen Instrumenten wenig interessante Details zeigt; zur Zeit des Ersten oder Letzten Viertels hingegen wird infolge der günstigen Beleuchtungsverhältnisse das wilde Bergland unserer Nachbarwelt außerordentlich gut sichtbar.

„*Mare*", *Meere* nennt der Astronom, wie ich erwähnte, jene großen grauen Ebenen auf dem Monde. Die kleine Karte Abb. 174 läßt ihre

Umrisse, wie sie sich dem mit einem Opernglas bewaffneten Auge darbieten, erkennen und gibt auch ihre Namen, denn der Astronom hat all die Gebilde auf der Mondoberfläche, von der wir sehr genaue Karten besitzen, die es an

Abb. 175. Der Vollmond
Nach Nasmyth und Carpenter „Der Mond"

Genauigkeit mit den allerbesten Erdkarten aufnehmen können, mit Namen belegt. Da finden wir ein „Mare Imbrium" (Regenmeer), ein „Mare Nubium" (Wolkenmeer), „Mare Serenitatis" (Meer der Heiterkeit), einen „Oceanus Procellarum" (Ozean der Stürme) usw. Sind es denn wirklich Meere, Ozeane, in denen gewaltige Wassermassen ihre Wellen türmen? Nein! Von Wasser findet sich auf dem Monde keine Spur. Aber es ist sehr wahrscheinlich, daß diese großen Ebenen die Betten ehemaliger Meere sind, die gigantischen Kessel, in denen vor ungezählten Jahrmillionen, als der Mond noch eine blühende Welt gleich der Erde war, die Fluten rauschten. Teilweise mag es sich auch um große Wüsten, ähnlich der Sahara, handeln, und die Kraterberge, die sich

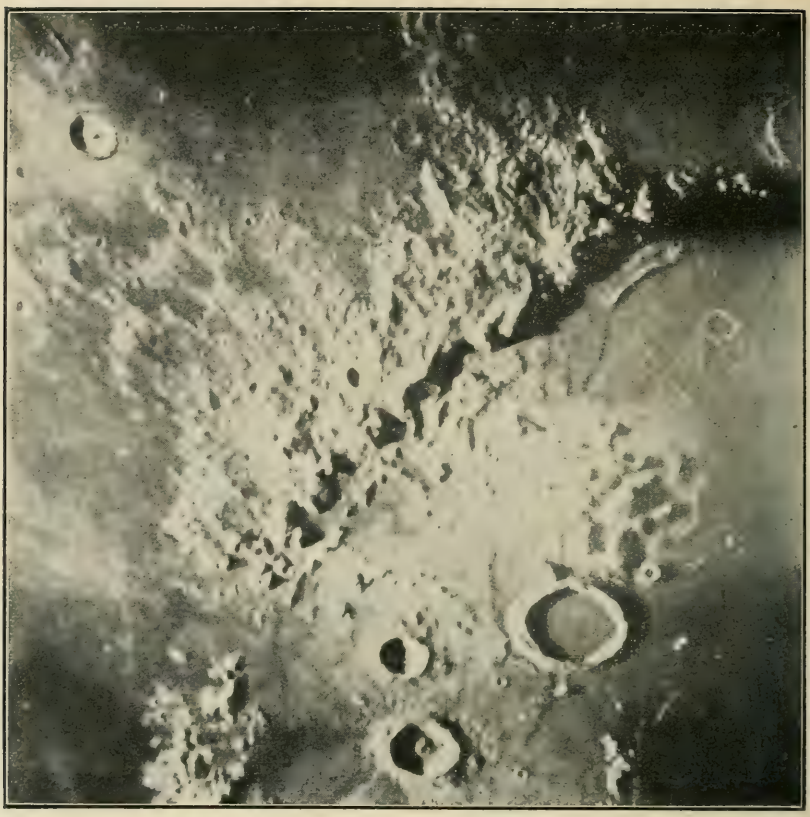


Abb. 176. Die Mondgebirge Archimedes, Aristill und Autolycus
Photographiert von Loewy und Puiseux. Pariser Sternwarte

vereinzelt in diesen weiten Ebenen erheben, wie z. B. die großen Ringgebirge „Archimedes", „Aristillus" und „Autolycus" im westlichen Teil des „Mare Imbrium" (auf Abb. 176 unten rechts), die steil aus der Ebene emporsteigen, bilden in einem kräftigen Fernrohr einen gewaltigen Anblick.

Ganz anders als zur Vollmondzeit erscheint aber die Oberfläche unseres treuen Trabanten im „Ersten" oder „Letzten Viertel". Der Mond steht dann im Verhältnis zur Erde gewissermaßen seitlich von der Sonne, und nur die Hälfte der uns zugekehrten Mondhalbkugel ist erleuchtet. Schräg treffen die Sonnenstrahlen diesen Teil des Mondes jetzt, und alle Körper auf ihm werfen einen Schatten. Richten wir nun das Fernrohr auf den Mond, so erscheint er uns, wie Figur 177 zeigt, die eine Photographie des Mondes im „ersten Viertel" (aufgenommen im Pariser Observatorium) wiedergibt. Der gerade Rand, die „Lichtgrenze", bis zu der die Strahlen der im Raum rechts seitwärts stehenden Sonne noch eben dringen, ist unregelmäßig; tausend feine Zacken, Spitzen und Bläschen sind zu erkennen. Hier sehen wir

Abb. 177. Der Mond im ersten Viertel
Photographiert von Loewy und Puiſſeux. Pariſer Sternwarte

jene Gebirge des Mondes deutlich, grell ſtrahlen ihre Wälle und Gipfel im Sonnenlicht, während der Fuß im Schatten liegt, den ſie ſelbſt tiefſchwarz über die Täler werfen. Deutlicher ſehen wir eine ſolche Partie am Rande des Mondes auf unſerer Abb. 178. Es iſt ein typiſcher Mondkrater mit

Abb. 178. Das Ringgebirge Gassendi bei Sonnenuntergang
Nach einer Zeichnung

kreisrunden Ringwällen, die ein tiefes Tal umschließen, in dessen Mitte Bergkegel stehen. Gassendi heißt dieser schöne Ringberg. Nach rechts hin, wo der unbeleuchtete Teil des Mondes liegt, fallen die schwarzen Schatten der Kraterwände. Besonders deutlich sehen wir diesen Schatten im Innern des „Triesnecker" auf Abb. 179. Der ganze Kessel ist hier mit dem Schatten des linken Walles ausgefüllt, nur der Bergkegel im Mittelpunkt ragt aus der Nacht blendend hervor. Dieser kleine Krater hat etwa 38 Kilometer im Durchmesser; London und seine Vorstädte könnte man bequem in ihm unterbringen. Sehr schön sind hier die spitzen Schatten des Gebirgszuges sichtbar, der oben an den Krater anschließt.

Die Höhe der Mondberge vermag der Astronom mit seinen Meßinstrumenten sehr genau zu bestimmen, wie wir das in einem früheren Kapitel auseinandersetzten. Man hat so gefunden, daß der höchste Mondberg — Curtius mit Namen — 8870 Meter hoch ist, also unserem irdischen Mount Everest nichts nachgibt. Auch die Gestalt der Kraterwände kann man aus den Schatten, die sie werfen, gut erkennen. Das Ringgebirge Gassendi auf Abb. 178 wirft, wie wir sehen, in seinen Kessel spitze Schatten, wie die Türme gotischer Bauwerke; seine Wälle werden also von riesigen Spitzen gebildet, deren Höhe man zu 2540 Meter berechnet hat.

Aber nicht nur einzelne Krater, auch lange Gebirgszüge, ähnlich unseren Alpen, Cordilleren usw. finden sich auf unserer nahen Nachbarwelt. Auf Abb. 177 sehen wir im oberen Drittel, nahe der Lichtgrenze, drei Ringgebirge, die ein Dreieck bilden. Fast halbkreisförmig sind sie von

mehreren solchen Gebirgszügen umgeben, dem „Mond-Kaukasus", den „Mond-Apenninen" und den „Mondalpen". Die Mond-Apenninen sind oben auf Abb. 176 deutlicher sichtbar. Einige ihrer Gipfel sind 4000 und 5000 Meter hoch.

Ueber die Entstehung der eigenartigen Ringgebirge des Mondes zerbrechen sich die Astronomen und Geologen schon lange den Kopf. Wir kennen heute etwa 50 000 Ringgebirge, ungerechnet die hunderttausend kleinen und kleinsten Kraterchen, die oft kaum 100 Meter breit sind. Wie sich ein solches Ringgebirge ausnähme, wenn wir uns auf den Mond begeben könnten, zeigt Abb. 160, die eine ideale Mondlandschaft darstellt. Überall aber jene kreisrunde Form mit oder ohne Bergkegel im Mittelpunkt. Wie konnte sich auf dem Monde alles wie nach einer Schablone formen, wie sind jene vielen, vielen tausend kreisrunden Gebirge entstanden? Diese Frage ist bis zur Zeit noch nicht einwandfrei beantwortet worden. Auf der Erde haben wir nur etwa sechs ähnliche (nicht einmal gleiche) Gebilde. Ganz offenbar aber haben diese Mondberge alle eine und dieselbe Entstehungsursache, die offenbar in besonderen Verhältnissen der Mondkugel zur Zeit der Entstehung der Gebirge begründet ist. Zunächst ist es

Abb. 179. Die Rillen in der Mondoberfläche beim Krater Triesnecker
Nach Nasmyth und Carpenter „Der Mond"

natürlich, an eine vulkanische Entstehung der Ringgebirge zu denken. Ähnlich wie die irdischen Vulkanberge dadurch entstanden sind, daß Massen aus dem Erdinnern hervorbrachen, ausgeschleudert wurden, die jene Berge aufschütteten, so könnten eventuell Lavamassen aus dem Mondinnern die Krater des Mondes gebildet haben. Die Abb. 180 und 181 stellen nach Ansichten der Mondforscher Nasmyth und Carpenter zwei Stadien der Entwicklung eines Mondringgebirges dar. Die ausgeschleuderten Massen wurden nach dieser Ansicht anfänglich mit großer Kraft fortgeworfen, fielen in weitem Kreise rings um die Ausbruchsstelle nieder und erzeugten den Ringwall (Abb. 180). Als die eruptive Kraft erlahmte, schossen die Massen nur noch senkrecht empor, fielen nahe beim Kraterloch nieder und bildeten (Abb. 181) den Bergkegel in der Mitte. — Manche Eigentümlichkeiten der Ringgebirge lassen sich freilich durch diese Annahme nicht erklären. Man ist auch auf den Gedanken gekommen, daß alle jene runden Wälle durch das Aufstürzen großer Körper auf die Mondoberfläche entstanden sind. Diese Annahme hat in der Tat viel für sich, denn wenn man auf eine plastische Masse entsprechend schwere Körper aufstürzen läßt, so entstehen Gebilde, die den Mondkratern außerordentlich ähnlich sind. Abb. 182 zeigt die Photographie eines solchen künstlichen Mondkraters, den der Verfasser durch Niederfallenlassen eines Steines in erstarrenden Mörtel erzeugte. Und doch! Es ist unwahrscheinlich. Viele dieser Ringwälle sind 10—20 Meilen breit. Plausibler erscheint die von den französischen Mondforschern Loewy und Puiseux vertretene Ansicht, daß in der Jugendzeit des Mondes seine noch dünne Oberflächenkruste durch innere Gase von starkem Druck, die einen Ausweg suchten, aufgewölbt wurde, wie wir das an einem kochenden Brei sehen, der Blasen treibt. Die Hohlräume stürzten später zusammen, und nur die Ränder blieben erhalten, in Form von Kratern und Ringwällen. Die Tiefebenen der Mare sind Senkungen großer Schollen der Mondrinde.

Sehr rätselhaft sind uns die sogenannten „strahlenden Berge" auf dem Monde. Besonders zur Vollmondzeit erkennt man auf jener Weltkugel 5 bis 6 blendend helle Punkte, von denen nach allen Richtungen glänzende Streifen und Strahlen ausgehen, die sich oft Hunderte von Meilen weit hinziehen. Wir wissen, daß diese Strahlen besonders von den Ringgebirgen Tycho, Kopernikus, Kepler usw. ausgesandt werden. Auf der Vollmondphotographie, Abb. 175, sehen wir deutlich solche strahlenden Berge, besonders der Berg „Tycho", dessen Strahlen (im Bilde unten) sich über den dritten Teil der Mondscheibe hinziehen, fällt auf. So hell strahlen diese Berge, daß man sie, auch wenn der Mond als ganz schmale Sichel erscheint, auf der unbeleuchteten Scheibe, der Nachtseite, noch als helle Flecke erkennt, die aus dem Dunkel der Mondnacht hervorleuchten; ja, ältere Beobachter haben geglaubt, daß es sich hier um feuerspeiende

Berge handle. Vielleicht sind es gewaltige Risse und Sprünge in der Mondkugel, die sich von unten her mit glänzender, glasartiger Lava füllten und das Licht stark widerspiegeln. In der Tat kennt man viele solcher Sprünge und Risse auf der Mondoberfläche, von den Astronomen „Rillen" genannt. Es sind dies langgestreckte, oft wie ein Flußlauf gewundene, schmale, schwarze Linien, bei denen man aber deutlich sieht, daß es tiefe Risse im Mondboden sind. Solche Risse entstehen immer dann, wenn eine erkaltende Gesteinkruste sich zusammenzieht. An jeder erkaltenden Ton- oder Gipskugel beobachten wir solche Risse. Auch die Mondoberfläche mußte, als der Weltkörper mehr und mehr erkaltete, solchen Spannungen nachgeben und „rissig" werden. Sehr gut sehen wir diese Rillen auf Abb. 179 neben dem Krater Triesnecker. Auch im Innern des Kraters „Gassendi", jenes herrlichen Ringgebirges, das uns Abb. 178 an der Lichtgrenze des Mondes zeigt, erkennen wir einige kleinere Rillen; oberhalb des Kraters sind ebenfalls die feinen schwarzen Linien solcher Sprünge in der Mondfläche sichtbar. Bei dieser Abbildung interessieren auch wohl die hellen Linien und Punkte, die rechts vom Gassendi im Dunkel auftauchen. Es sind dies Spitzen einer Hügelkette, die von den Strahlen der Sonne gerade noch getroffen werden, während das Tal im Schatten liegt. Diese Gegend des Mondes hat also Sonnenaufgang.

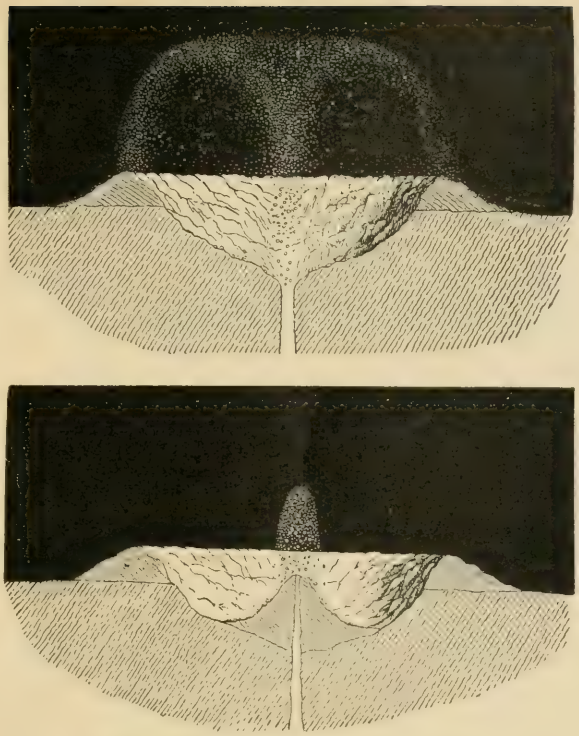


Abb. 180 und 181. Entstehung eines Mond-Ringgebirges auf vulkanischem Wege
Nach Nasmyth und Carpenter „Der Mond"

Schwarz und weiß, blendendes Licht und tiefes Dunkel, das sind die Farben des Mondes. Halbtöne, sanfte Übergänge vom Hellen zum Dunkeln fehlen auf dem Monde, denn die Luft, die allein auf Erden jene Tönungen infolge der Beugung und Brechung der Lichtstrahlen schafft, ist dort nicht vorhanden. In der Tat, weder Wasser noch Luft, weder Wolken noch Wind

sind auf jener stillen Welt anzutreffen. Wo aber Luft und Wasser, die beiden wichtigsten Elemente des Lebens, fehlen, vermag weder die liebliche Flora noch die Fauna ihr Heim aufzuschlagen, und nie hat man Spuren einer Vegetation, die uns — wenn sie nur halbwegs bedeutend wäre — in unseren Riesenin strumenten nicht entgangen wäre, auf jener Weltkugel beobachtet. Nichts deutet darauf hin, daß einst ein intelligentes Geschlecht dort lebte. Wie der tägliche Anblick lehrt, behalten die Flecke auf der Mondkugel immer ihre gleiche Lage. Unser Nachbar wendet uns immer *dieselbe Seite* zu; wie es auf der von uns abgewendeten Seite aussieht, wissen wir nicht; es ist freilich kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß jene Hemisphäre einen anderen Charakter hat als die uns bekannte. Für einen Beobachter *außerhalb* der Erde, also z. B. für einen Beobachter auf der Sonne, scheint sich der Mond in derselben Zeit einmal um seine Achse zu drehen, in der er sich um die Erde bewegt. Man macht sich das Verhältnis am besten klar, wenn man es auf die Erde überträgt und sich vorstellt, wie es wäre, wenn sie sich während eines Umlaufs um die Sonne, also eines *Jahres*, *einmal* um ihre Achse schwänge. So werden denn die verschiedenen Teile der Mondoberfläche im Laufe eines Monats nur einmal Mittag, einmal Mitternacht haben. Der Tag des Mondes ist so lang wie seine Umlaufszeit um die Erde, nämlich 29 Tage und $12\frac{3}{4}$ Stunden. 14 Tage lang brennt die Sonne auf jeden Punkt der Mondoberfläche, eine Siedehitze erzeugend. 14 Tage lang währt alsdann die Mondnacht, während welcher die Kälte des Weltenraumes, durch keine Lufthülle gehindert, die Gefilde erstarrt. Für den Menschen freilich wäre die Mondwelt recht interessant. Da der Mond nur einen Durchmesser von 469 Meilen oder 3480 Kilometern hat, so ist er weitaus kleiner als die Erde (Abb. 158). Die Oberfläche des Erdballes ist dreizehnmal größer als die Mondoberfläche, und erst 49 Monde gäben einen Ball von der Größe unseres Planeten. Das hat zur Folge, daß der Mond auch auf alle Gegenstände eine geringere Anziehungskraft ausübt als die Erde. So wiegt ein Körper, der auf der Erde 6 Kilogramm wiegt, auf dem Monde nur ein Kilogramm; ein Pferd könnte auf dieser Welt so viel leisten wie hier deren sechs und ein Mensch könnte mit derselben Muskelanstrengung auf dem Monde einen Riesenluftsprung machen, die er hier anwenden muß, um über einen Stuhl hinwegzuspringen. Kein Feuer vermöchten wir auf dem Monde anzuzünden, denn keine Luft, kein Sauerstoff, der die Flamme unterhält, ist anzutreffen; aus eben diesem Grunde ist der Mond in der Tat eine Welt des ewigen Schweigens: man könnte Kanonen neben uns abschießen, ohne daß wir einen Laut hörten, denn die Luft, die hier auf Erden die Trägerin des Schalles ist und die Schallwellen zu unserem Ohre trägt, fehlt eben. Sonne und Sterne erscheinen auf dem Monde nicht strahlig wie hier bei uns, wo die Luft Brechungen und Beugungen der Lichtstrahlen hervorruft. Am tiefschwarzen

Firmament des Mondes muß die Sonne als eine kreisrunde von keiner Aureole umgebene Feuerkugel strahlen und auch am hellen Tage, dicht neben der blendenden Sonne, sind alle Sterne sichtbar, weil keine Lufthülle erleuchtet wird und ihre Helligkeit das Licht der Sterne überstrahlt (Abb. 160). Zur Nachtzeit des Mondes leuchtet die Erde in mildem Licht ob all der starren Felsen, und wie schon im Kapitel „Die Erde als Stern" erzählt wurde, ist ihr freundlicher Schein als sogenanntes „aschfarbenes Licht" auch von der Erde aus sichtbar, wenn unser Trabant als feine Sichel am Himmel steht. (Abb. 159, Seite 197.)

Abb. 182. Künstliches Mondgebirge
Durch Aufstürzen eines Steines in Mörtel erzeugt vom Verfasser

Ein wandelnder Leichnam unter den himmlischen Lichtern ist der Mond, und doch haben genaue Kenner der Mondoberfläche, z. B. der Astronom Hermann J. Klein in Köln, an verschiedenen Stellen Neubildungen, Veränderungen im Aussehen mancher Krater konstatieren können. Ohne Zweifel ist auch die Mondkugel noch nicht bis in die tiefsten Tiefen abgekühlt, so daß durch Spannungen in der Gesteinsrinde unserer Nachbarwelt noch kleine Deformationen vor sich gehen, ähnlich denen, die durch Erdbeben auf Erden erzeugt werden. Es scheint auch, als ob in den tiefen Kesseln der Ringgebirge (wie der amerikanische Astronom Pickering wahrscheinlich zu machen sucht) noch hier und da geringe Reste von Feuchtigkeit sich erhalten haben, die bei hochsteigender Sonne, also wenn die betreffende Gegend Morgen hat, zu Nebelbildungen Veranlassung geben. Ein feiner Schleier zieht dann über manche Krater hin und macht die Konturen undeutlich, bis ein Ausgleich der Temperatur die Nebel wieder zerstreut. Über diese, erst in den letzten Jahren gemachten Entdeckungen müssen künftige Beobachtungen Klarheit bringen. Größere Veränderungen aber oder gar Bildungen, die auf das Vorhandensein von Leben in irgendeiner Form Schlüsse zulassen, hat man nicht beobachtet.

Und forschest du auch noch so lange und läßt deine Augen spähend durch dieses Trümmerfeld einer einst gewiß lebensvollen Welt schweifen, was du zu finden hoffst, findest du nicht. Nirgend eine Spur ehemaligen Schaffens, höherer Intelligenz. Nicht die Anlage eines Bauwerkes, das von einstiger

Herrlichkeit zeugt, kein Pompeji trägt der Mond. War dieser Welt eine Lebensperiode, eine Periode, da sie höherem Leben, intelligenten Wesen Wohnsitz werden konnte, überhaupt nicht beschieden? Brachte es das Schwinden von Wasser und Luft mit sich, daß die letzten hundert Generationen der Bewohner u n t e r der starren Gesteinskruste statt auf ihr hausten, und erklärt es sich so, daß wir keine Spuren „menschlicher" Tätigkeit wahrnehmen? Aber was bliebe wohl von den Erzeugnissen der Menschen Jahrmillionen nach der Versiegung des irdischen Lebens übrig auf unserem Stern, wo selbst mächtige Gebirge vom Zahn der Zeit zernagt werden! — Der Mond ist offenbar ein Sohn der Erde. Vor unausdenkbaren Zeiten, als der Erdball noch eine glühendflüssige Masse war, löste er sich aus ihrem Schoße. Die glänzenden Untersuchungen von Darwin dem Jüngeren, Poincaré, Roche usw. haben das sehr wahrscheinlich gemacht. Sie zeigen, daß der Erdball damals eine Umdrehungszeit von wenigen Stunden besessen haben muß, unter deren Einwirkung er eine längliche, später birnenförmige Gestalt annahm, von der sich schließlich die Masse löste, die den Erdmond bildete. — Schneller mußte der kleinere Körper seine Lebensbahn durchlaufen, der Sohn erstarb vor der Mutter. —

Gedankenvoll blicken wir zu seinen toten Landschaften empor. Hier liegt die Zukunft der eigenen, noch so lebensvollen Erde vor uns, und wir schnell Vergänglichen, die wir doch immer Ewigkeitssucher sind, fühlen erschauernd das große Weltgesetz des Werdens und Vergehens. —

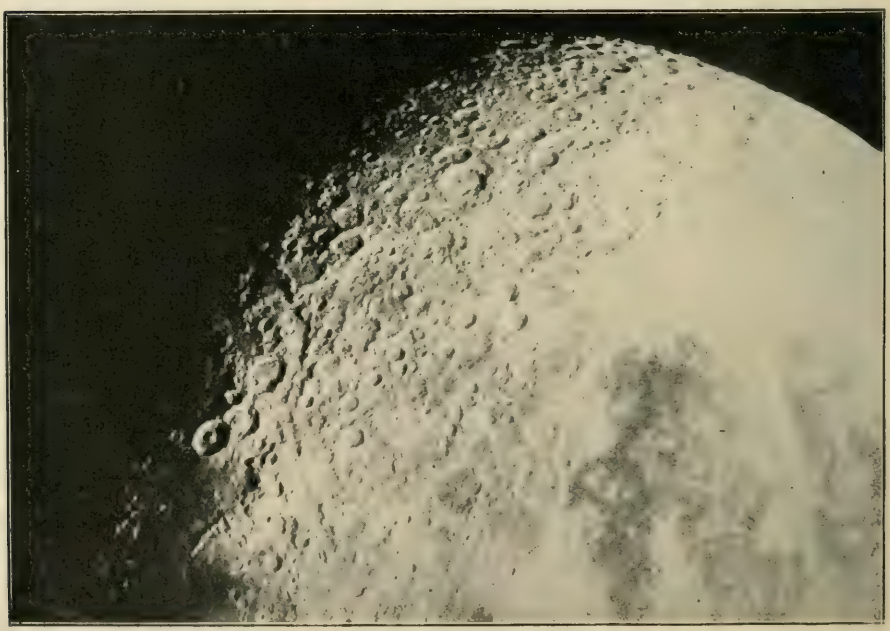


Abb. 183. Photographie des Mond-Südpols

Immer gleich, im ausgefahrnen Gleise,
Ziehen Sonn und Mond auf ihrer Bahn,
Und es dreht die Erde sich im Kreise,
Wie sie seit Jahrtausenden getan.

Jetzo rundet sich des Mondes Bogen,
Jetzo gleichet er dem Wächterhorn,
Wieder hat er seinen Weg durchflogen,
Wiederum beginnt er ihn von vorn.

So auch mählich von dem Rad der Zeit,
Bald im tiefen Schatten, bald im Lichte,
In das dunkle Meer Vergangenheit
Rinnt der Faden menschlicher Geschichte.

Von den Finsternissen und den Mondphasen

Die Sonnenfinsternis des „Schu-king". Wie sich die Chinesen und andere Völker das Zustandekommen einer Sonnenfinsternis denken. Anblick einer totalen Sonnenfinsternis und ihr Einfluß auf die Lebewesen. Etwas vom Schatten. Wie Sonnenfinsternisse entstehen. Länge des Mondschattens. Von totalen, partiellen und ringförmigen Finsternissen. Mondfinsternisse. Das kupferfarbene Licht des Mondes. Häufigkeit der Finsternisse. Der Saros. Der Mensch und die Mondphasen. Die Bahn des Mondes um die Erde. Wie die Mondphasen entstehen.

Es waren einmal — wie eine uralte chinesische Chronik berichtet —, im Reiche der Mitte zwei Herren Hi und Ho, ihres Zeichens Astronomen und Sterndeuter am Hofe des Kaisers Tschung-kangh. Aber sie lebten in Saus und Braus und vergaßen über ihre Völlerei die Würde ihres Amtes, so daß sie nicht acht gaben auf den Lauf der Sterne und Verwirrung brachten in die Zeitrechnung. Ja, ihre Pflichtvergessenheit ging so weit, daß sie es unterließen, eine große Sonnenfinsternis voraus zu verkünden, so daß alles Volk plötzlich unvorbereitet von dem Ereignis überrascht wurde. Ein gewaltiger Aufruhr entstand, alles geriet in heillose Angst, weil man annahm, es sei nun endgültig um die Sonne geschehen. Man glaubte

damals, und soll es in manchen Gegenden des eigenartigen Reiches der Zopfträger noch heute glauben, daß ein mächtiger Drache die Sonne bei einer solchen Sonnenfinsternis verschlingen wolle. Alle Menschen eilen, von dem Ereignis vorher durch bunte Maueranschläge avisiert, auf die Straßen, und verursachen durch Tuten, Pauken, Schreien, Pfeifen, Heulen einen ohrenbetäubenden Lärm, um dadurch den Drachen zu verscheuchen und zur Herausgabe seines schon verschlungenen Opfers zu bewegen. Man kann sich denken, daß die Unterlassungssünde der Herren Hi und Ho nach Ansicht der Chinesen damals beinahe der Sonne das Leben gekostet hätte, und kann sich auch den Zorn des Kaisers vorstellen. Nach chinesischer Sitte wurde ihnen der Kopf, den sie ja doch nicht auf dem rechten Fleck gehabt hatten, vor die Füße gelegt, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß die Stellung eines kaiserlichen Astronomen am Hofe jenes chinesischen Herrschers nicht gerade beneidenswert war. Man hat die interessante Historie, die zugleich die älteste Erwähnung einer Sonnenfinsternis ist, aus dem chinesischen Original übersetzt; sie findet sich im sogenannten „Schu-king", einem der ältesten Werke, das wir kennen, und das alle wichtigen Ereignisse, die sich im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende ereigneten, erwähnt. Die Übersetzung lautet: „Um diese Zeit warfen die Geschlechter Hi und Ho ihre Tugend über den Haufen. Sie versenkten sich unordentlich in Wein, verwirrten das Amt, trennten sich von der Rangstufe. Sie störten zum ersten Male die Jahresrechnung des Himmels, sie setzten weit hintan ihre Vorstehung. Da im letzten Monat des Herbstes stimmte der Neumond um sieben Uhr bis neun Uhr morgens nicht ein im Gemache (Gemach nannten die Chinesen ein bestimmtes Sternbild). Der Blinde brachte die Trommel zu Ohren, der sparende Mann jagte einher, die gemeinen Menschen liefen. Die Geschlechter Hi und Ho befanden sich in ihrem Amte, sie hörten und wußten nichts."

Trotzdem die dem Drachen zugedachte Katzenmusik etwas verspätet dargebracht wurde, ist die Sonne doch noch glücklich entronnen, und die beiden unglückseligen Sterngucker waren die einzigen Geschöpfe, denen die ganze Affäre zum Unheile ausgeschlagen. Man hat zu berechnen vermocht, daß sich diese Finsternis am 22. Oktober 2137 vor Christi in den Morgenstunden ereignet haben muß. — Übrigens findet sich die Vorstellung, daß ein Untier die Sonne bei einer Finsternis bedrohe auch bei anderen Völkern, und auch bei ihnen wird durch Lärmmachen dieses Untier zu verscheuchen gesucht, wie das eines unserer Bilder in sehr charakteristischer Weise zur Darstellung bringt (Abb. 184), wo selbst geprügelte Hunde bei der Katzenmusik mithelfen müssen. Man kann es sich sehr wohl vorstellen, daß die weniger aufgeklärten Völker des Altertums, und die Naturvölker auch unserer Tage noch, durch die plötzliche Verdunkelung der Sonne, der Quelle alles Lebens und aller Lebensfreude, in Angst und Schrecken versetzt werden. Die ganze lebende Natur nimmt ja Anteil an einer totalen Sonnenfinsternis:

die Blumen schließen ihre Kelche, die Vögel schlüpfen in ihre Nester und die Tiere des Feldes und Waldes verkriechen sich. Man hat beobachtet, daß Schafe und Rinder auf der Weide schon vor Beginn der Finsternis unruhig wurden und Hunde ein seltsames Geheul anstimmten. Bis in unsere Zeit hinein hat man den Sonnenfinsternissen einen unheilvollen Einfluß auf

Abb. 184. Sonnen- und Mondfinsternis-Zeremonie bei den Peruanern
Nach Picart „Cérémonies et coutumes religieuses", 1723

irdische Dinge zugeschrieben; noch im achtzehnten Jahrhundert ließ ein Arzt in England die Brunnen zudecken, damit die „giftigen Nebel", die nach seiner Meinung während einer Finsternis über die Erde wallen, das Wasser nicht verderben sollten. Wir brauchen deshalb über den in China und Indien herrschenden oben erwähnten Aberglauben nicht gar zu sehr von oben herab zu lächeln! Bei manchen totalen Finsternissen wird der Tag zur tiefsten Nacht, so daß man in des Wortes wahrster Bedeutung nicht die Hand vor den Augen sehen kann; ein fahles, sich seltsam auch um die Sinne des aufgeklärten Menschen ziehendes Dämmerlicht von eigenartiger Farbe, tritt zuweilen ein, und alles ringsum bekommt ein merkwürdiges, verschwommenes, fast gespenstisches Ansehen. (Abb. 185.) Der sonderbare Strahlenkranz der Korona, die wir bei Betrachtung der Sonne in einem früheren Kapitel näher beschrieben, umgibt die dunkle, die Sonne verdeckende Mondscheibe, und die Sterne werden am hellen Tage in aller Pracht sichtbar. Sobald

aber der erste Sonnenstrahl am Mondrande vorbeihuscht, verschwindet der Spuk und wie von einem Alpdruck befreit atmet alles auf.

Betrachten wir nun, wie die Finsternisse der Sonne und des Mondes zustande kommen. Jeder dunkle, von einem leuchtenden Körper erhellte Gegenstand, wirft hinter sich einen Schatten, und jeder nicht selbstleuchtende Körper muß, wenn er in diesen Schatten eintritt, gleichfalls verdunkelt werden. Erde und Mond sind, wie wir wissen, solche dunklen Körper, die von der Sonne ihr Licht erhalten; beide werfen auch nach der der Sonne abgewandten Seite einen Schatten in den Raum. Tritt der Mond in den Schatten der Erde ein, so entsteht eine Mondfinsternis, und wenn die Erdkugel in den Mondschatten gerät, wird sie verfinstert, da der Mond dann vor die Sonne tritt und letztere verdunkelt, welches Ereignis wir Sonnenfinsternis nennen. Ein jeder wird bei näherer Betrachtung eines Schattens schon gesehen haben, daß derselbe aus einem dunklen Kern besteht, der von einem minder dunklen Saum umgeben ist. Ersteren nennt man „Kernschatten", während der hellere Saum als „Halbschatten" bezeichnet wird. Wie dieses zusammengesetzte Schattenbild entsteht, lehrt uns Abb. 186. Die vom Licht L beleuchtete Kugel K wirft auf den Schirm S einen Schatten. Eine gerade Linie vom oberen Punkt der Flamme zum unteren Punkt der Kugel trifft den Schirm bei a, während eine Gerade vom unteren Punkt der Flamme zum obersten Kugelpunkt den Schirm in b trifft; auf diese Weise bildet sich der Halbschatten ab. Zieht man dagegen vom oberen Licht- zum oberen Kugelpunkte und vom unteren Licht- zum unteren Kugelpunkte eine gerade Linie, so schließen diese Linien den im Innern des Halbschattens gelegenen Kernschatten ein, der viel dunkler und schärfer begrenzt ist. Ein Auge, das sich im Kernschatten befindet, wird von dem Licht gar nichts sehen. Befindet es sich im Halbschatten, so wird es um so mehr von der Flamme sehen, je weiter es sich vom Kernschatten entfernt befindet; außerhalb des Schattenbildes aber erscheint das Licht gänzlich unverdunkelt. Diese Dinge sind, wie wir bald sehen werden, für die Sichtbarkeit einer Sonnenfinsternis von hoher Bedeutung.

Zur Neumondzeit steht der Mond zwischen Sonne und Erde, zumeist aber steht er ein wenig ober- oder unterhalb der Sonnenscheibe, so daß er uns dieselbe nicht verdeckt; dies kann vielmehr nur dann eintreten, wenn Erde, Mond und Sonne eine gerade Linie bilden. Würden Erd- und Mondbahn in einer Ebene liegen, so müßte der Mond bei jedem Neumond von der Erde aus gesehen, vor die Sonne treten und somit eine Sonnenfinsternis erzeugen. Die Bahn des Mondes bildet jedoch mit der Erdbahn (Ekliptik) einen Winkel von 5 Grad, schneidet also die letztere nur in zwei Punkten, welche man die „Knoten" der Mondbahn nennt; wenn

Abb. 185. Totale Sonnenfinsternis
Nach einer Zeichnung von M. Eiffler

sich der Trabant zur Neumondzeit in einem Knoten oder doch nahe bei demselben befindet, so kann er uns die Sonne teilweise oder ganz verdecken.

In Abb. 187 sehen wir den Mond bei M stehen, also nahe dem Knoten a seiner um die Erdkugel E führenden Bahn. Die Sonne steht in großer Entfernung bei S. Von ihren Strahlen erhellt, wirft der Mond hinter sich einen Schatten, der, da die Erde in der Verlängerung der Linie Sonne-Mond steht, sich auf ihr projiziert. Wir sehen, daß der dunkle Kegel des Kernschattens gerade noch die südliche Halbkugel mit seiner schmalen Spitze erreicht, die Leute, die hier wohnen, haben jetzt eine *totale* Sonnen-

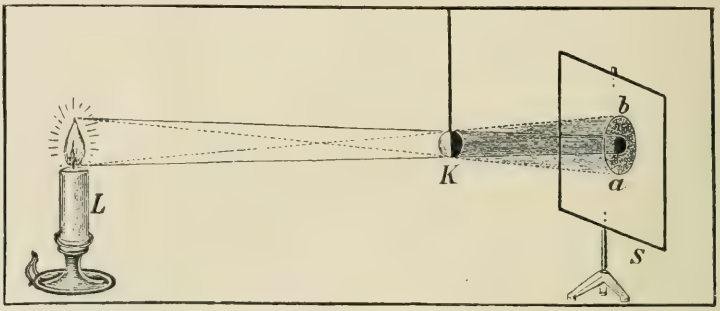


Abb. 186. Entstehung des Kern- und Halbschattens

finsternis, kein Stückchen der Sonnenscheibe ist ihnen sichtbar. Da aber der Kernschatten nur mit der äußersten Spitze die Erde berührt, also sehr klein ist, so ist die Finsternis nur einen Moment „total". Den Kernschatten sehen wir vom *Halbschatten* umgeben, der mit zunehmender Entfernung vom Monde immer breiter wird; alle Orte, die von diesem getroffen werden, können einen Teil der Sonne sehen; für sie wird nur eine kleinere oder größere Partie der strahlenden Scheibe verfinstert, sie haben eine *partielle* Finsternis.

Da nun die Mondbahn ein wenig elliptisch ist, die Erde nicht in ihrem Mittelpunkt steht, so ändert sich auch die Entfernung des Trabanten von der Erde wie folgt:

Mond in Erdferne 405 530 Kilometer,
Mond im Mittel 384 420 Kilometer,
Mond in Erdnähe 363 310 Kilometer.

Nun ändert der Trabant aber natürlich auch seine Entfernung von der Sonne, daher muß auch die Länge des Kernschattens schwanken; sie beträgt:

im Maximum 383 120 Kilometer,
im Mittel 376 560 Kilometer,
im Minimum 370 320 Kilometer.

Vergleichen wir diese Zahlenreihen miteinander, so wird uns klar, daß der Mondschatten die Erde nicht mehr treffen kann, wenn sich der Mond in der Erdferne befindet. Entweder reicht also der Schattenkegel über die Erde hinaus oder er trifft sie gerade noch (welchen Fall wir oben besprachen), oder aber er erreicht den Erdball nicht mehr. Ragt der Kernschatten über die Erde hinaus, so ist er da, wo er die Erde trifft, recht breit; die Totalität der Finsternis wird daher sehr lange dauern, denn der Schatten kann auf der Erde 264 Kilometer Breite erreichen. Trifft aber der Kernschatten die Erdoberfläche nicht mehr, sondern streicht er in einigen Kilometern Höhe über sie hin, so sehen wir zwar den Mond auch die Sonne bedecken, aber er erscheint kleiner als sie; an allen Seiten ragt noch ein Stückchen Sonnenrand hervor, der dunkle Mond ist von einem glänzenden Ring umgeben, die Finsternis ist ringförmig. Ein und dieselbe Finsternis kann sehr verschieden auf der Erde erscheinen; sie kann partiell, total oder unsichtbar sein, je nach dem Ort, wo sich der Beobachter befindet. Durch die Drehung der Erde um ihre Achse gelangen fortwährend andere Gebiete der Erdoberfläche in den Bereich der Finsternis, bis der Mond, der von West gegen Ost über die Sonnenscheibe hinwegläuft, die letztere wieder freigibt. (Abb. 188.)

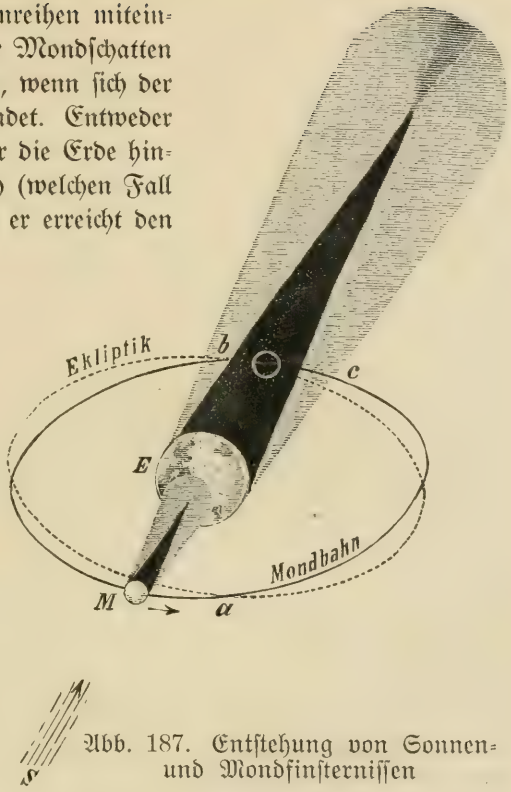


Abb. 187. Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternissen

Was die Dauer einer Sonnenfinsternis betrifft, so sei bemerkt, daß eine totale Finsternis für die ganze Erde nie länger als 4 Stunden 38 Minuten währen kann, für einen Punkt des Äquators aber nur 8 Minuten. Für die Wissenschaft ist eine Sonnenfinsternis nicht nur bezüglich der Pünktlichkeit ihres Eintreffens eine genaue Kontrolle der Bewegungen der Erde und des Mondes, sie bietet auch überaus interessante physikalische Erscheinungen dar, die wir bei Betrachtung der Sonne näher erörterten.

Wenden wir uns jetzt den Mondfinsternissen zu, die ja freilich weniger stark auf uns zu wirken pflegen, weil eben eine Verfinsterung der Sonne mitten in unser Tagewerk eingreift. Dennoch sollte der Freund der

Natur nie die Gelegenheit versäumen, das himmlische Schauspiel zu betrachten, das uns den Schatten unsres eigenen Sternes auf einer anderen Welt zeigt, ja oft auch (im „Kupferlicht" der Mondscheibe) Wirkungen der irdischen Lufthülle. Zur Zeit des Vollmondes steht der Mond der Sonne gegenüber und zwischen beiden befindet sich die Erdkugel. Trifft es sich

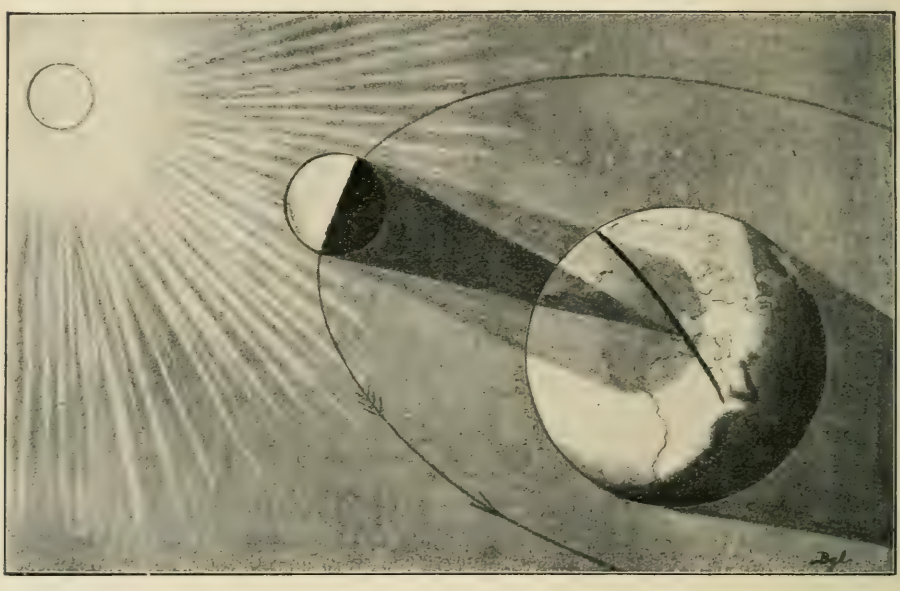


Abb. 188. Der Mondschatten auf der Erde bei einer totalen Sonnenfinsternis
Der schwarze Strich auf der Erdkugel zeigt den Weg, den der Kernschatten durchlief
Nach einer Darstellung des Verfassers

nun, daß der Trabant als Vollmond nahe dem Knoten seiner Bahn steht, so kann ihn der Erdschatten erreichen und wir haben eine Mondfinsternis.

In Abb. 187 sehen wir den verfinsterten Mond nahe dem Knoten b seiner Bahn inmitten des Kernschattens der Erde E stehen. Während eine Sonnenfinsternis durchaus nicht für alle Bewohner der Halbkugel, die zur Zeit der Finsternis Sonnenschein haben, gleich aussieht (weil der Mond der Erde ziemlich nahe steht und daher von zwei weit von einander entfernten Punkten des Erdballes an verschiedenen Orten des Himmels gesehen wird), erscheint eine Mondfinsternis überall da, wo man zur Zeit derselben den Mond sehen kann, vollständig gleich; denn die Oberfläche dieses Himmelskörpers ist es ja selbst, die finster ist, kein Körper steht vor ihr, der sie verdeckt wie der Mond die Sonne bei Sonnenfinsternissen, sondern der Schatten des Erdballes liegt auf der Mondkugel.

Bei c (Abb. 187) tritt der Mond in den Halbschatten der Erde ein, aber die Lichtabnahme ist im Halbschatten so schwach, daß sie nur durch

Instrumente zu beobachten ist; der Mond bleibt noch sichtbar. Hingegen verschwindet sofort ein Teil des östlichen Mondrandes, wenn der Trabant in den Kernschatten eintaucht. Da der Erdschatten in der Entfernung des

Abb. 189. Partielle Mondfinsternis
Der Erdschatten bedeckt das obere Drittel der Mondscheibe. Photographie

Mondes etwa $2\frac{2}{3}$ mal breiter ist als der Mond selbst, so ereignet es sich leicht, daß er vollständig verdunkelt wird; es scheint dann, als ziehe eine dunkle Kreisscheibe von etwa doppelter Mondgröße über den Mond hinweg, die aus der vollen Mondscheibe eine von Minute zu Minute schmalere Sichel macht und sie endlich ganz verdunkelt (Abb. 189). Oft bemerkt man, daß der vom Erdschatten verdunkelte Teil des Mondes in rötlichem Lichte strahlt; dieses „kupferfarbene Leuchten" des Mondes entsteht durch die in der Erdatmosphäre gebrochenen Sonnenstrahlen, die noch die Mondscheibe treffen. Hat der Erdbegleiter den Schattenkegel durchquert, so tritt er im Osten wieder als Sichel hervor und erlangt endlich seine Scheibengestalt wieder. Geht für einen Ort der Mond erst auf, wenn er schon teilweise

den Erdschatten verlassen hat, so ist daselbst die Finsternis nur partiell; aber zumeist versteht man unter einer partiellen Mondfinsternis eine solche, die zustande kommt, weil der Mond nur zum Teil in den Schatten eintritt. Wie das, was wir Mondfinsternis nennen, einem Mondbewohner erscheinen würde, zeigt eine unsrer Farbentafeln. Er sähe die Sonne hinter der Erde verschwinden und die Lufthülle dieser rot aufleuchten.

Es ereignet sich ziemlich oft, daß vierzehn Tage nach einer Sonnenfinsternis eine Mondfinsternis oder umgekehrt, nach einer Mond- eine Sonnenfinsternis eintritt; da der Mond 14 Tage braucht, um von einem Knoten zum anderen zu kommen (a und b in Abb. 187), so erklärt sich diese Tatsache ganz zwanglos.

Was die Häufigkeit der Finsternisse anbelangt, so kann man sagen, daß im allgemeinen auf 42 Sonnenfinsternisse, die in 18 Jahren stattfinden, nur 29 Mondfinsternisse kommen. Es hat dies seinen Grund darin, daß der Mond, um eine Sonnenfinsternis hervorzurufen, seinen Knoten lange nicht so nahe zu stehen braucht als bei einer Mondfinsternis, wodurch die Gelegenheit zu einer solchen natürlich seltener wird. Für einen bestimmten Erdort aber, z. B. für Berlin, sind trotzdem Mondfinsternisse häufiger als Sonnenfinsternisse, es können dreimal mehr Mondfinsternisse als Sonnenfinsternisse beobachtet werden. Innerhalb zweier Jahre hat man zwei partielle Sonnenfinsternisse und etwa alle zweihundert Jahre eine totale zu erwarten. In unserer Gegend konnte die letzte totale Sonnenfinsternis am 19. August 1887 beobachtet werden und erst am 7. Oktober 2135 wird man hier wieder Gelegenheit dazu haben.

Die Knoten der Mondbahn (diejenigen Punkte, die unsere Erdbahn schneiden (a und b in Abb. 187) bleiben nun nicht immer an derselben Stelle; sie wandern, so daß immer andere Stellen der Erdbahn von ihnen geschnitten werden. In 18 Jahren 11 Tagen haben die Knoten einen Umlauf vollendet; man nennt diese Periode den Saros. Die Folge des Saros ist, daß nach Ablauf der angegebenen Zeit alle Finsternisse in nahezu gleicher Reihenfolge wiederkehren, eine Erscheinung, die vielen Völkern des Altertums bekannt war, weshalb auch sie mit einiger Zuverlässigkeit Finsternisse voraussagen konnten. Eine besondere Genauigkeit haben allerdings die Sternkundigen des Altertums kaum auf diese Weise bei ihren Voraussagungen erzielen können, und gar manche Finsternis mag unvermutet eingetroffen sein. Vielleicht waren also die Herren Hi und Ho weniger schuldig als es auf den ersten Blick erscheint, und wenn Kaiser Tschung-kangh mehr von der Astronomie verstanden hätte als es offenbar der Fall war, hätte er seinen Astronomen vielleicht mildernde Umstände zugebilligt.

Sonne und Mond haben von jeher, zu allen Zeiten und bei allen Völkern Interesse erweckt, und selbst bei den einfachsten Naturmenschen hat der Lichtwechsel des Mondes, das Schwinden und Zunehmen der Mond-

scheibe rege Beachtung gefunden. Alles Veränderliche ist eben ganz besonders geeignet, Eindruck auf den menschlichen Geist zu machen. Das kleine Menschenkind in der Wiege, in dessen Hirn eben das erste Empfinden aufdämmert, heftet seinen Blick mit Interesse an das lustig schwingende Pendel der Wanduhr und greift zuerst nach den Gegenständen, die man vor seinem Auge hin- und herbewegt; stände das Pendel still, so würde das Kind kaum Notiz von ihm nehmen, wie es denn auch nach unverändert ruhig stehenden Dingen lange nicht so interessiert greift als nach beweglichen. Was wir soeben vom Kinde sagten, gilt auch für den erwachsenen Menschen. Der Kreislauf des Jahres mit seinem Blühen und Welken, Keimen und Reifen, den wir während unseres Lebens so oft durchmachen, ist uns nie langweilig; immer und immer wieder verfolgen wir mit Interesse die ewige Metamorphose der Natur; ein ewiger Frühling oder Winter würde dieses Interesse bald ertöten.

Diese Eigentümlichkeit des Menschen ist vielleicht von größerer Bedeutung für unser ganzes Leben mit allen seinen Einrichtungen als man bei oberflächlicher Betrachtung annimmt; sie ist vielleicht der geheime Hebel politischer und kultureller Geschehnisse.

Abb. 190. Vollmondfeier bei den Kaffern
Nach Picart „Cérémonies et coutumes religieuses", 1723

Bei manchen Völkern, so bei den Kaffern und den Buschmännern, wird der Eintritt des Neumondes und des Vollmondes durch eigenartige religiöse Bräuche gefeiert (Abb. 190), und wichtige Stammesangelegenheiten werden an diesen Tagen resp. in diesen Nächten beraten. Auch bei uns zulande achtet ja der Landmann speziell sehr auf die Mondphasen, und Leute, die sonst gar nichts für den gestirnten Himmel übrig haben, bringen den wechselnden Lichtgestalten des Mondes reges Interesse entgegen. Merkwürdigerweise herrschen aber über das Zustandekommen dieses alltäglichen Vorganges oft ganz falsche Vorstellungen. Vielfach habe ich bei Leuten, die auf Bildung Anspruch machten, die Meinung getroffen, die Mondphasen entständen, weil die Erde das Sonnenlicht abhalte, den Mond zu treffen; sie glaubten also, zur Zeit, wo der Mond als Sichel oder Halbmond erscheint, bedecke der Schatten der Erde die anderen Mondpartien, was doch nur bei einer Mondfinsternis zutrifft, wie wir eben sahen. Es sei hier gestattet, diese Schulbankkenntnisse wieder aufzufrischen.

Sehen wir zunächst einmal die Bewegungen der drei in Betracht kommenden Körper Sonne, Erde und Mond an. Die Sonne, der Zentralpunkt unseres ganzen Planetensystems, hat zwar auch eine Bewegung im Raume, denn sie wandert mit all ihren Trabanten mit einer Geschwindigkeit von einigen Meilen pro Sekunde nach der Gegend des Sternbildes Herkules zu; trotzdem aber können wir die Sonne als ruhend betrachten, denn in bezug auf die sie umkreisenden Körper ist ihre Bewegung nicht merkbar. In einer mittleren Entfernung von 149 Millionen Kilometern umkreist diesen Feuerball unsere Erde in einer etwas elliptischen Bahn, die sie in 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten einmal durchwandert, ihrerseits wiederum von einem getreuen Vasallen begleitet, dem Monde, der in 27 Tagen 7 Stunden 43⅓ Minuten einmal einen Umlauf vollendet, wobei er sich in einem mittleren Abstand von 384 400 Kilometern von der Erde bewegt.

Während es sehr leicht ist, die Erdbahn graphisch darzustellen, da dieselbe, wie schon erwähnt, eine Ellipse von geringer Exzentrizität (geringer Abweichung der Kreisgestalt) ist, ist es wesentlich schwieriger, sich die Bahn, die der Mond um unsere Erde beschreibt, zu vergegenwärtigen. Die Bahn des Mondes ist durchaus keine in sich zurückkehrende kreisähnliche Linie; und wir begreifen sofort, daß sie es nicht sein kann, wenn wir bedenken, daß die Erde, der Zentralpunkt der Mondbahn, selbst nicht stillsteht, sondern mit Windesschnelle durch den Raum eilt. Der Weg, den ein Hund zurücklegt, der im Kreise um seinen Herrn herumspringt, wird auch kein Kreis in Wahrheit sein, wenn der Herr sich dabei geradeaus weiterbewegt. Was für eine Gestalt hat nun aber die Bahn des Mondes? Offenbar setzt sich die Bewegung des Trabanten zusammen aus seinem Lauf um die Erde und aus seiner Wanderung mit derselben um die Sonne. Wenn wir nun bedenken,

daß die Erde in einem Monat etwa 75 Millionen Kilometer zurücklegt, welche Strecke auch der Mond zu wandern hat, um seine Herrin nicht zu verlieren, während er in derselben Zeit gleichzeitig die Erde umkreist, also in bezug auf die Erde nur etwa 2 415 000 Kilometer zurückgelegt hat, eine

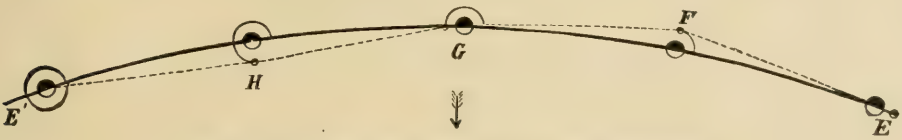


Abb. 191. Die Schlangenlinie der Mondbahn

ungefähr einunddreißig Mal kleinere Strecke, so begreifen wir, daß sich diese 2 415 000 Kilometer lange Kreisbahn des Mondes auf den einunddreißig Mal längeren Weg *verteilen* muß und infolgedessen eine lange, wenig gewölbte *Schlangenlinie* bilden wird.

Figur 191 zeigt uns einen Teil dieser komplizierten Bahn. Die starke Kurve E' E ist der Weg der Erde in einem Monat; auf dieser Kurve sehen wir in fünf Punkten die Erde stehen, von der kleineren Kugel des Mondes begleitet, dessen Abstand im richtigen Verhältnis zur Erdbahn gezeichnet ist. In E sehen wir den Mond rechts von der Erde in der Verlängerung ihrer Bahn stehen. Nach einem Viertelmonat steht die Erde in F, der Trabant hat während dieser Zeit einen Bogen von 90° um den Erdmittelpunkt beschrieben; die punktierte Linie von E bis F zeigt uns aber den *wahren* Weg des Mondes an. Nach einem halben Monat befindet sich unser Planet in G. Der Mond, der nunmehr die Erde halb umkreist hat, tritt jetzt in den Teil seiner Bahn ein, der zwischen Erde und Sonne liegt, welch letztere man sich in der Richtung des Pfeiles zu denken hat. Bei H hat der Mond drei Viertel seiner Bahn hinter sich und in E' endlich steht er wieder rechts von der Erde und hat einen Umlauf vollendet; das Spiel beginnt von neuem. Die punktierte Linie zeigt uns somit deutlich die flache Schlangenbahn, in der „das kleine Licht, das die Nacht regiert", durch den Raum rollt.

Wenden wir uns nunmehr den Mond-*Phasen* zu. Wie wir wissen, sind Erde und Mond ein paar durchaus *dunkle* Körper, die sofort in tiefe Dunkelheit verfallen würden, wenn irgendeine mächtige Hand plötzlich die leuchtende Sonne vom Firmament herunterholte und auslöschte, was Gott sei Dank selbst den schlimmsten Dunkelmännern nicht gelingen würde! Der trauliche Schimmer, mit dem der treue Erdtrabant unsere Nächte erhellt, ist durchaus nicht sein eigen. Der gute Mond schmückt sich da gewissermaßen mit fremden Federn; er hat sich dieses Licht von der Sonne geborgt und borgt davon wieder einen Teil der Erde, woraus mancher den falschen Schluß zieht, daß das Borgen ein Naturprinzip sei. Selbstverständlich muß sich auch die Beleuchtung und das Aussehen eines Körpers ändern, wenn er oder die

Lichtquelle sich bewegt und dies können wir tagtäglich am Monde (bei dem ja das Vorerwähnte zutrifft), beobachten; es ist der „Phasenwechsel" oder die „Lunation" des Mondes.

Bei der Erläuterung derartiger Dinge sagt eine Zeichnung mehr als tausend Worte, und so wollen wir auch diesmal an der Hand einer solchen den Phasenwechsel unseres Trabanten studieren. Da der Mond eine Kugel ist, die von einer Seite her beleuchtet wird, so ist stets genau eine Halbkugel hell, während die andere dunkel ist. Da wir Erdbewohner aber infolge der Bewegung des Mondes nicht immer der beleuchteten Halbkugel genau gegenüberstehen (was vielmehr nur zur Zeit des Vollmondes der Fall ist), so können wir auch nicht zu jeder Zeit den Mond als vollständig helle Kreisscheibe sehen, wie folgende Betrachtungen uns lehren sollen.

Um die Erde T (Abb. 192) sehen wir in der durch Pfeile bezeichneten Richtung den Mond A, B, C, D, E, F wandern, während die Sonne ihre belebenden Strahlen aus der mit S bezeichneten Richtung sendet und, wie unsere Zeichnung zeigt, die ihr zugekehrten Teile des Mondes und der Erde erhellt. Bei A steht der Mond zwischen Sonne und Erde und kehrt der letzteren seine unbeleuchtete Seite zu. Zu dieser Zeit können wir also den Mond nicht sehen, wir haben Neumond; der Trabant geht zu gleicher Zeit mit der Sonne auf und unter, weil beide — von der Erde aus gesehen — dicht beieinander am Himmel stehen; man sagt in diesem Falle: der Mond steht in Konjunktion*) zur Sonne.

Nun eilt der Trabant weiter und kommt links, also östlich von der Sonne als schmale Sichel zum Vorschein. Einen Teil seiner beleuchteten Hälfte wendet er uns nun schon wieder zu, wenn er bei B sich befindet; seine nunmehrige Gestalt zeigt uns b in Abb. 192 (der offene Teil der Sichel ist immer von der Sonne abgewendet). Wir haben jetzt zunehmenden Mond.

Ist der Mond in C angelangt, so kehrt er uns die Hälfte seiner beleuchteten und die Hälfte seiner unbeleuchteten Halbkugel zu; wir werden daher einen Halbkreis sehen, wie ihn a uns zeigt, wir haben das „Erste Viertel". Der Trabant geht nun 6 Stunden nach der Sonne auf und ebenso unter, denn er steht ja 90° östlicher als sie und befindet sich „in Quadratur" zur Sonne.

Immer weiter entfernt sich nun unser Begleiter von der Sonne, sein Gesicht schwillt mehr und mehr an „zu lieblicher Rundung" und endlich erglänzt er, in D angekommen, als volle Scheibe, die, obwohl 618 000 mal schwächer leuchtend als die Sonne, doch geeignet ist, unsere Erde in mattes Dämmerlicht zu hüllen, das vom nächtlichen Schiffer und Wanderer froh begrüßt wird und manchen sparsamen Bürgermeister veranlaßt, die trüben

*) Konjunktion = Zusammenkunft.

Öllämpchen der Straßen verlöschen zu lassen, leider auch bei bewölktem Himmel, wenn Vollmond nur im Kalender steht. In D steht der Mond genau der Sonne gegenüber „in Opposition" wie der Astronom sagt; er geht also auf, wenn diese untergeht, und umgekehrt. Jetzt ist die dunkle Seite vollständig von uns abgewendet, wir sehen ihn daher als genaue Kreis-

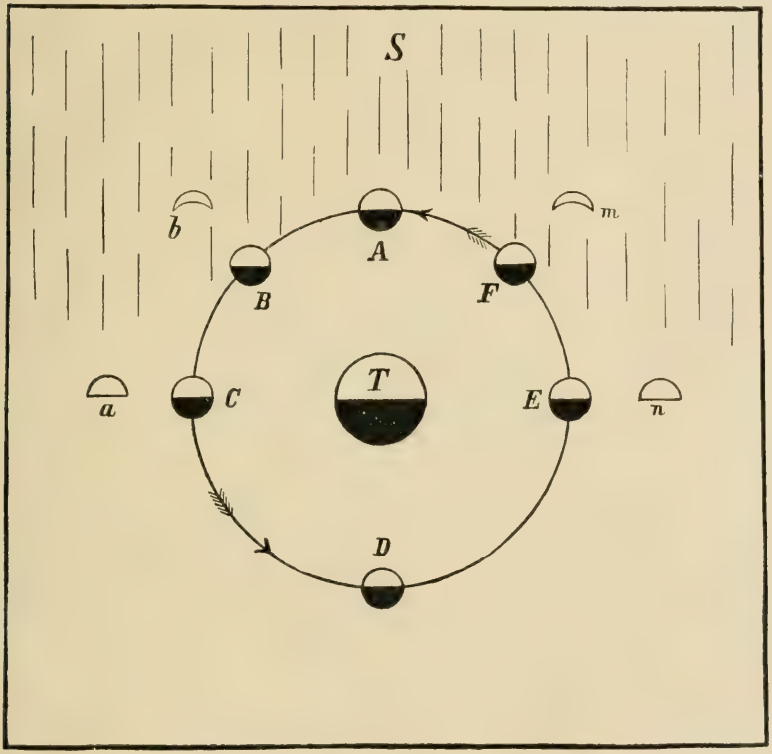


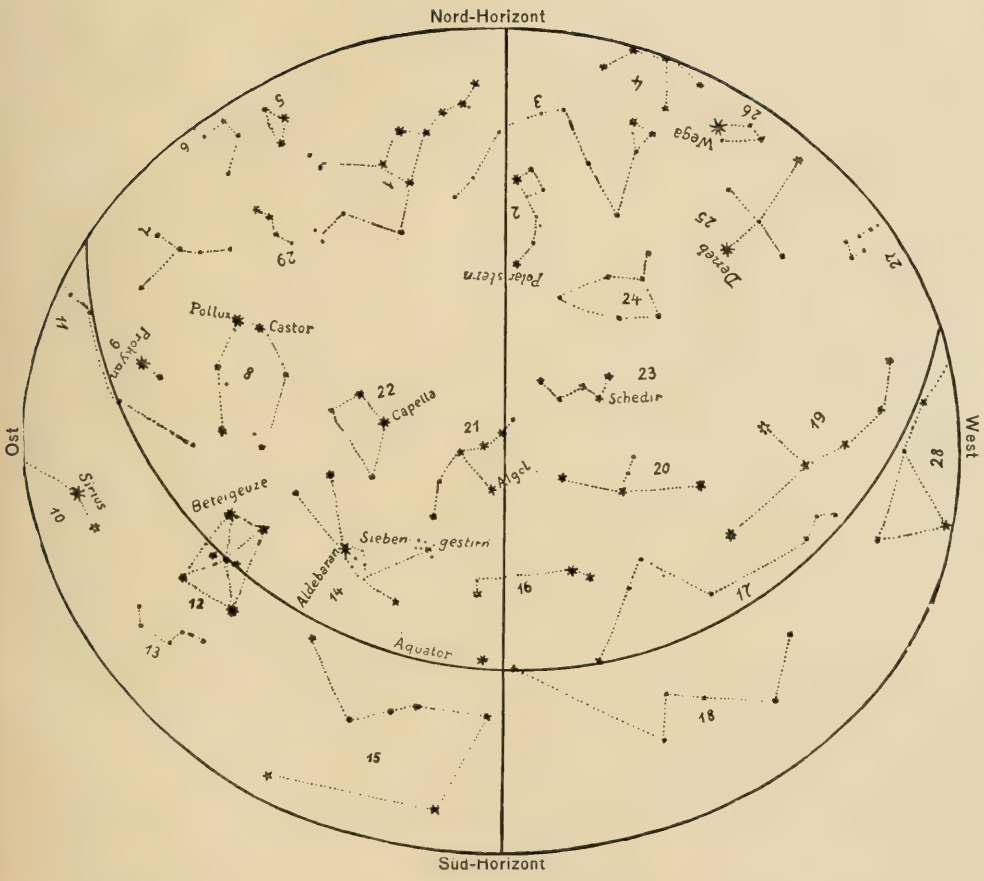
Abb. 192. Die Entstehung der Mondphasen

scheibe, als Vollmond. Aber die Freude dauert nicht lange. Schon nach zwei Tagen sehen wir, daß unser alter Freund mehr und mehr von seinem Embonpoint verliert; „er hat die zunehmende Abzehrung" spotten böse Menschen, und in der Tat wird er von Tag zu Tag weniger. Die helle Seite hüllt sich nach und nach in Dunkelheit, um der anderen, bisher dunklen, auch die Segnungen des Lichtes zuteil werden zu lassen; wir sehen daher von der uns zugewendeten Mondhälfte — bekanntlich bleibt uns ja stets die gleiche Seite des Mondes zugekehrt — das Licht verschwinden.

In E sehen wir den Mond nur noch halb, wie n zeigt; wieder steht er in Quadratur und wieder haben wir ein Mondviertel, diesmal aber

„Letztes Viertel". Weil der Trabant nun 90° westlich von der Sonne steht, so geht er 6 Stunden früher auf und unter als sie, erhellt daher die ersten Morgenstunden.

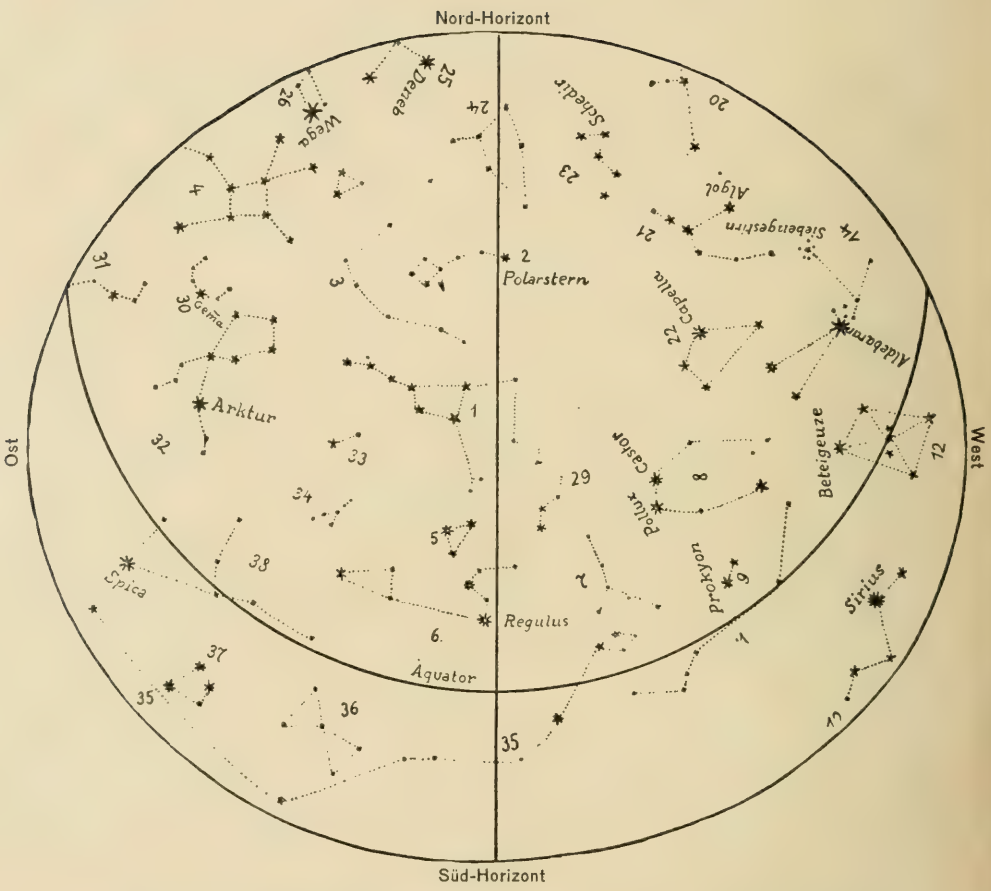
In F angekommen, ist der Mond nur noch eine schmale Sichel (m), die aber mit den Hörnern nach der entgegengesetzten Himmelsrichtung gewendet ist als jene des zunehmenden Mondes; und in A endlich haben wir wieder Neumond; keine Spur von dem Monde ist zu entdecken, und wohl oder übel muß ihn das Öllämpchen in der Dorfstraße wieder ersetzen.



Tafel I. Anblick des Sternenhimmels am 1. Januar, abends 8 Uhr

(Gilt auch für den 1. Dezember, 10 Uhr abends, und den 1. Februar, 6 Uhr abends)

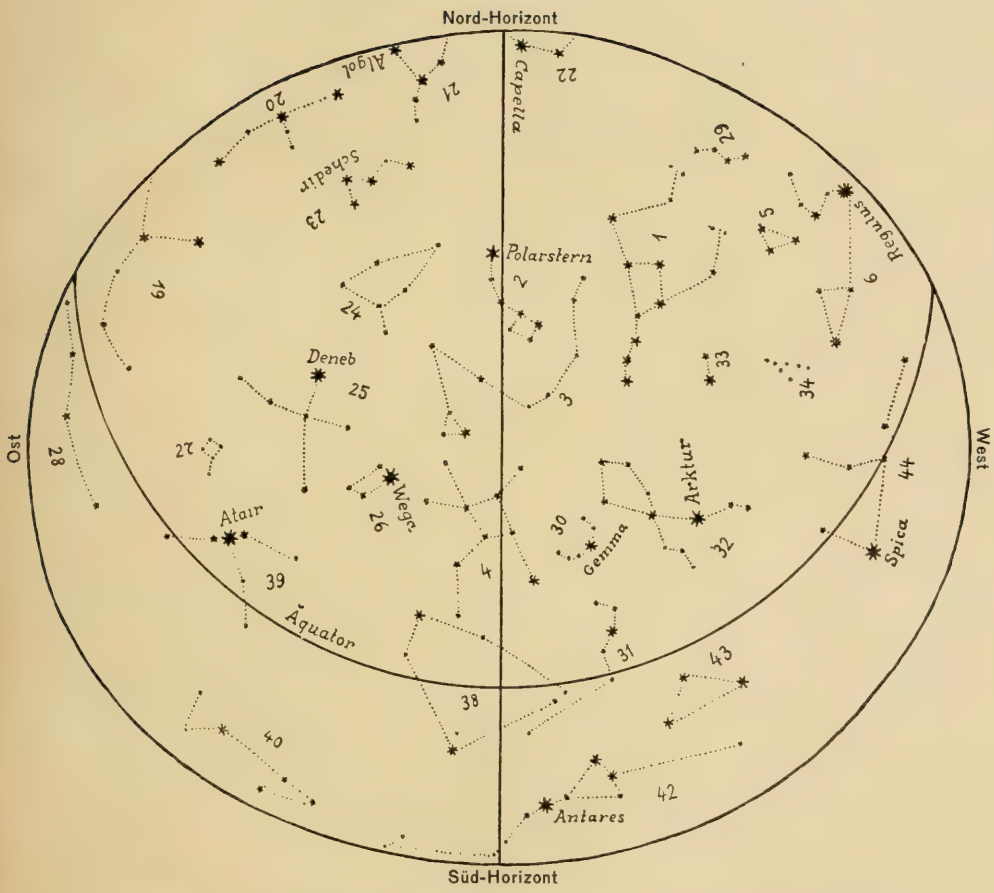
1 Großer Bär. 2 Kleiner Bär. 3 Drache. 4 Herkules (teilweise). 5 Kleiner Löwe. 6 Großer Löwe (teilweise). 7 Krebs. 8 Zwillinge. 9 Kleiner Hund. 10 Großer Hund (teilweise). 11 Einhorn. 12 Orion. 13 Hase. 14 Stier. 15 Eridanus. 16 Widder. 17 Fische. 18 Walfisch. 19 Pegasus. 20 Andromeda. 21 Perseus. 22 Fuhrmann. 23 Kassiopeia. 24 Cepheus. 25 Schwan. 26 Leier. 27 Delphin. 28 Wassermann (teilweise). 29 Luchs.



Tafel II. Anblick des Sternenhimmels am 1. April, abends 9 Uhr

(Gilt auch für den 1. März, 11 Uhr abends, und den 1. Mai, 7 Uhr abends)

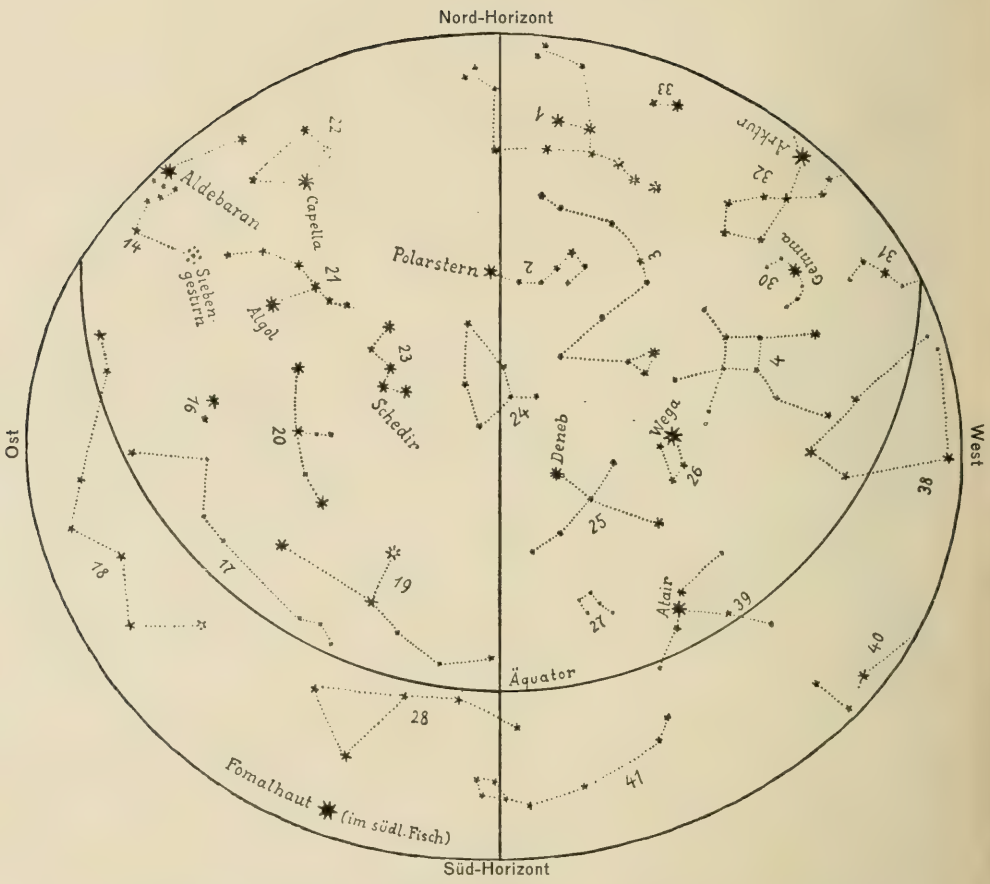
1 Großer Bär. 2 Kleiner Bär. 3 Drache. 4 Herkules. 5 Kleiner Löwe. 6 Großer Löwe. 7 Krebs. 8 Zwillinge. 9 Kleiner Hund. 10 Großer Hund. 11 Einhorn. 12 Orion. 14 Stier. 20 Andromeda (teilweise). 21 Perseus. 22 Fuhrmann. 23 Kassiopeia. 24 Cepheus. 25 Schwan (teilweise). 26 Leier. 29 Luchs. 30 Nördliche Krone. 31 Schlange. 32 Bärenhüter. 33 Jagdhunde. 34 Haar der Berenice. 35 Wasserschlange. 36 Becher. 37 Rabe.



Tafel III. Anblick des Sternenhimmels am 1. Juli, abends 10 Uhr

(Gilt auch für den 1. August, 8 Uhr abends, und den 1. Juni, 12 Uhr nachts)

1 Großer Bär. 2 Kleiner Bär. 3 Drache. 4 Herkules. 5 Kleiner Löwe. 6 Großer Löwe. 19 Pegasus. 20 Andromeda. 21 Perseus (teilweise). 22 Fuhrmann (teilweise). 23 Kassiopeia. 24 Cepheus. 25 Schwan. 26 Leier. 27 Delphin. 28 Wassermann (teilweise). 29 Luchs. 30 Nördliche Krone. 31 Schlange. 32 Bärenhüter. 33 Jagdhunde. 34 Haar der Berenice. 38 Ophiuchus. 39 Adler. 40 Schütze. 42 Skorpion. 43 Wage. 44 Jungfrau.



Tafel IV. Anblick des Sternenhimmels am 1. Oktober, abends 9 Uhr

(Gilt auch für den 1. November, 7 Uhr abends, und den 1. September, 11 Uhr nachts)

1 Großer Bär. 2 Kleiner Bär. 3 Drache. 4 Herkules. 14 Stier (teilweise). 16 Widder. 17 Fische. 18 Walfisch. 19 Pegasus. 20 Andromeda. 21 Perseus. 22 Fuhrmann. 23 Kassiopeia. 24 Cepheus. 25 Schwan. 26 Leier. 27 Delphin. 28 Wassermann. 30 Nördliche Krone. 21 Schlange. 32 Bärenhüter. 33 Jagdhunde. 38 Ophiuchus. 39 Adler. 40 Schütze (teilweise). 41 Steinbock.

„Das Leben bietet reizvolle Stunden und köstliche Freuden, nun, unter diesen Stunden sind wenige, die uns in edlerer und höherer Weise bewegen können, als die, welche der Beobachtung der Gestaltungen auf dem Planeten Mars in einer reinen Sommernacht gewidmet sind. Es ist wahrhaft beklagenswert, daß so wenige Menschen diesen Eindruck empfunden haben: Vor sich eine Welt zu sehen, eine andere Welt mit ihren Kontinenten, ihren Meeren, ihren Ufern, ihren Inseln, ihren Flußmündungen, ihren blendenden Schneegebieten so wie sie in unseren Fernrohren sich langsam um sich selbst dreht, eine Miniatur-Erde im weiten Himmelsraume! Diese Betrachtung trägt uns bis zu den höchsten Mysterien der Natur, zur Frage nach dem universellen, dem ewigen Leben. Die Erde wird zu einer Provinz des Universums, und unsere Empfindung bevölkert andere Vaterländer in der Unendlichkeit mit unbekannten Brüdern!"

Camille Flammarion.

Der Planet Mars, eine zweite Erde

Ein Weltuntergang. Die Erde kann nicht der einzige bewohnte Stern sein. Vom Leben auf anderen Sternen. Die Entfernung und Größe des Mars, sein Tag und sein Jahr. Wann dieses Gestirn am besten zu beobachten ist. Die beiden Monde des Mars. Eine Welt, die man in fünf Stunden umreisen kann. Die Polarflecke des Mars und ihr Schrumpfen. Schnee und Eis auf unserem Nachbarplaneten. Die Marsatmosphäre. Die Marskanäle, ihre Entdeckung und ihr Aussehen. Wozu die Marskanäle dienen können. Vegetationsstreifen. Änderung der Marslandschaften mit den Jahreszeiten. Meere, Wüsten und Vegetationsflächen. Das Spiegelbild der Sonne in den Marsmeeren. Die „Signale der Marsbewohner" und ihre Erklärung. Verdoppelungen mancher Marskanäle. Neuere Marsforschungen. Ist der Mars eine kalte, wasserarme Wüste oder bewohnbar?

Vor mir unter dem Mikroskop liegt ein Wassertropfen, den ich dem Weiher hinter meinem Hause, in dem abends die Frösche ihre musikalische Soiree abzuhalten pflegen, entnommen habe. Hui! Wie es kribbelt und krabbelt in dieser kleinen Wasserkugel. Es jagt auf und nieder, hin und her, von nördlichen in südliche Breiten, ohne Aufenthalt. Winzige, winzige Tierchen sind es, die da — in allerlei Gestalt, bald wie kleine bewimpelte Schiffchen, bald wie seltsame rollende Rädchen geformt — lustig umeinander wirbeln. Die Meßvorrichtung am Mikroskop gestattet mir, ihre Größe zu bestimmen, und ich finde, daß die „Großen" dieser kleinen Welt kaum den zwanzigsten Teil eines Millimeters lang sind. An einer Stelle dieser „Welt" treibt eine riesige Insel; ein dem freien Auge kaum sichtbares Stückchen Pflanzenfaser ist es. Dahin strebt die Hauptmenge der Bewohner des Wassertropfens, dort ist die Insel der Seligen für sie, denn hier scheint es an Nahrung für Tausende dieser kleinen Wichte nicht zu fehlen. Ob es auch in

dieser Welt so etwas wie eine „Soziale Frage" gibt? Wer mag es wissen! Die flinken „Schiffchen" zum mindesten scheinen mir mit den behaglich langsam dahinrollenden „Rädertieren" nicht sehr kordial zu sein. Ich aber throne wie ein Gott über dieser kleinen Welt. Wenn mein Finger über die Glasplatte hinweggleitet, ist es mit der Herrlichkeit da unten aus, weggewischt, vertilgt aus der Reihe tausend gleicher Welten, die ich mir zu meinem Privatvergnügen aus dem friedlichen Weiher formen kann. Diese Infusorien in meinem Wassertropfen aber werden, wenn sie denken können, sicher meinen, jener Wassertropfen sei die „Welt", an seinen Grenzen beginne das Nichts, sie allein seien die Herren des Universums, durch dessen klare Räume nun mein verschärftes Auge dringt. Aber was ist das! Irgend etwas muß sich in jener Welt der Infusorien ereignet haben. In der Tat! Die warme Luft meines Zimmers hat langsam mehr und mehr von dem Tropfen verdunstet. Die Welt ist für ihre Bewohner zu klein geworden, alles stürmt in wilder Hast dem Mittelpunkt zu, um nicht ins Trockene — und damit in den Tod zu geraten. Und nun — aus ist's! Trocken ist die Glasplatte, an der jene Wasserwelt schwebte, sie ist verdunstet, aufgelöst, fort. Ein graues Staubfleckchen allein zeugt von der versunkenen Herrlichkeit!

Ein Weltuntergang!

Ein Weltuntergang wenigstens für die Bewohner des Wassertropfens. Wir lächeln über das amüsante Schauspiel, das er uns bot, und doch — es ist gar manches Parallele zwischen jener und unserer Welt. Versänke heute der Erdball in nichts, auf dem Sirius oder irgendeinem anderen Stern würde „kein Hahn danach krähen", — ja — vorausgesetzt, daß es auch dort einige Leute gibt, die „Sternguckerei" betreiben — man würde jenen Untergang der Erde nicht einmal bemerken, denn die Astronomen des Sirius können den winzigen Erdball in jener unermeßlichen Ferne gar nicht entdecken. Auch heute noch wie vor Jahrtausenden ist die Menschheit über die Stellung des Weltballes im Universum, auf dessen Rücken wir um die Sonne wandern, wenig orientiert. Man läßt noch immer nicht ab von jener Ansicht, die Erde sei das Herz der Welt. Aber jene Leute sind der alten Entenmutter in Andersens reizendem Märchen zu vergleichen, die ihren Küken erklärte, daß die Welt durchaus nicht am Rande des Nestkorbes zu Ende sei, sondern noch bis hinter des Müllers Garten reiche.

Viele hundert Millionen Sonnen zeigen uns unsere Fernrohre in den Tiefen des Raumes; wahre Schneegestöber von Sonnen tauchen im schimmernden Gürtel der Milchstraße auf, und hinter ihnen sehen wir neue Sternwolken in unmeßbaren Fernen. Die Zahl der Planeten, die diese Sonnenheere umkreisen, ist unvorstellbar groß. Die Erde wird, aus dieser Perspektive gesehen, auch nur zu einem Wassertropfen im Meer.

Die Zeiten sind vorüber, da man aus falsch verstandener Religiosität das Erdenrund als den Mittelpunkt der Welt betrachtete, auf dem allein

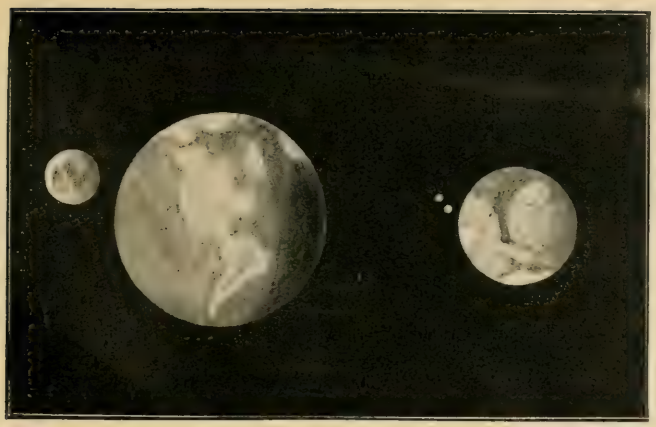


Abb. 193. Größenverhältnis zwischen Mars und Erde
Links Erde und Mond, rechts Mars mit seinen beiden Monden

sich des Weltschöpfers Herrlichkeit offenbart habe. Wir lächeln heute über solche Vorstellungen, ja wir finden sie, wie immer wir zum Glauben stehen mögen, unlogisch, denn die Größe eines Schöpfers kommt uns gerade in der Unermeßlichkeit dieser Sternströme, in der Vielheit der bewohnten oder bewohnbaren Welten, mit ihren unausdenkbaren Möglichkeiten, zu höchstem Bewußtsein.

Es gibt wohl heute kaum einen gebildeten Menschen mehr, der sich der Einsicht verschließt, daß die Zahl der Erdensterne nach Millionen zählen wird. Millionen bewohnte Welten mag es in den Sternenräumen geben. Eine ganz andere Frage aber ist es, ob es uns je gelingen wird, eine solche Welt nachzuweisen. Überlegen wir einmal, daß uns ja nur einige wenige Gestirne in unserer Nachbarschaft so gut sichtbar sind, daß unsere heutigen Fernrohre hinreichen, um auf ihren Oberflächen Einzelheiten zu erkennen. Schnell sind diese paar Gestirne aufgezählt: Es sind Sonne, Mond und die Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Feinere Einzelheiten sehen wir eigentlich nur auf dem uns so nahen Monde. Wie bescheiden es, trotz der heute fast an der Grenze angelangten Konstruktion von Riesenfernrohren, mit der Erkennbarkeit von Objekten auf den Planeten bestellt ist, mag aus der einfachen Überlegung erhellen, daß ein Objekt auf dem Mars, das uns im Riesenfernrohr überhaupt sichtbar werden soll, schon die Größe des Harzes haben muß. Es erschiene dann in den besten Fernrohren, bei reinster Luft, als Pünktchen ohne irgendwelche Einzelheiten! Auf dem Planeten Jupiter, der uns ja viel ferner steht als der Mars, erschiene ganz Europa als ein eben wahrnehmbares Fleckchen. Wir sehen also, daß direkte Beweise für die Bewohntheit eines Sternes heute nicht zu erlangen sind; immer können wir nur aus den allgemeinen Bedingungen, die der Weltkörper zeigt, auf die Möglichkeit oder Unmöglichkeit höher organisierten

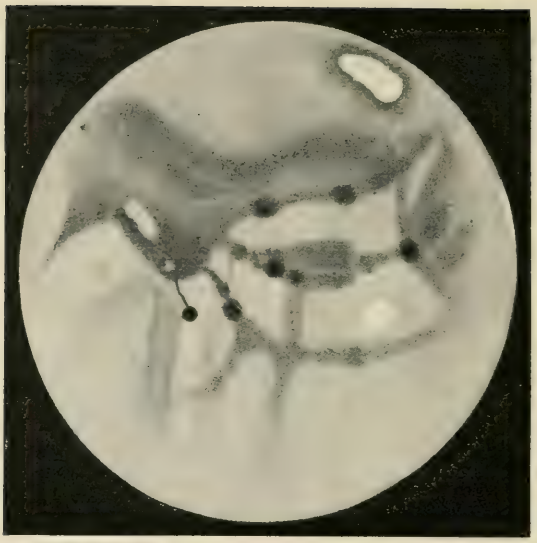


Abb. 193a. Mars nach Beobachtungen von Antoniadi
Paris, Oktober 1909

Lebens schließen. Für niedere Lebewesen kann ein Gestirn selbst dann noch bewohnbar sein, wenn es ungünstige Bedingungen erkennen läßt.

Stets müssen wir uns auch bei der Behandlung dieser Frage vor Augen halten, daß ja ein Weltkörper nicht in jeder Periode seiner Entwicklung Leben tragen kann; auch die Erde war ja Jahrmillionen lang ein Ball, auf dem das Leben noch nicht festen Fuß fassen konnte. Langsam kühlte sie sich ab, schlug das Meer sich nieder, klärte sich die Atmosphäre, die einst ein dichter heißer Dampfmantel war, und spät erst trat in der Erdrinde die verhältnismäßige Ruhe ein, die größere Umwälzungen der Festländer und Ozeane verhinderte. In der Frühzeit der Erdgeschichte gab es ja nur in den noch warmen Meeren ein primitives Leben, dessen höchste Vertreter Krebstiere (Trilobiten) und Knochenfische waren!

Von den wenigen Gestirnen die im Fernrohr einer genaueren Betrachtung zugänglich sind, gibt es nur eines, das der Erde soweit ähnelt, daß es bewohnt sein kann, und ihm wollen wir nun unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Zu manchen Zeiten kann man am Firmament einen stark rot leuchtenden Stern erblicken, dessen heller und ruhiger Glanz ihn als Planeten kennzeichnet. Dieses Gestirn ist der so viel besprochene Planet Mars, der etwa 75 Millionen Kilometer weiter von der Sonne entfernt steht als die Erde (also 226 Millionen Kilometer) und dieselbe in 686 Tagen einmal umkreist, mithin fast noch einmal so lange Zeit zu einer Umwanderung braucht als die Erde. Von diesem Brudergestirn der Erde, dem vierten Planeten der Sonne, der so seltsame Dinge auf seiner rötlich schimmernden Oberfläche erkennen läßt, will ich hier das Wichtigste erzählen.

Zunächst sei bemerkt, daß der Planet Mars wie die Erde ein an sich dunkler Weltkörper ist, der sein Licht und seine Wärme von der Sonne empfängt. Der Mars ist bedeutend kleiner als die Erde. (Abb. 193.) Seine Kugel hat einen Durchmesser von 6745 Kilometern, und erst 7 Marskugeln ergäben eine Erde. Von der Größe eines Weltkörpers, oder besser gesagt

von seiner Masse, hängt nun auch seine Anziehungskraft ab, also die Kraft, mit der er alle Körper, die innerhalb seines Machtbereiches liegen, zu sich niederzieht. Die Masse des Mars ist nun zehnmal geringer als die Erdmasse, und auf dem Mars sind wegen der geringeren Masse alle Gegenstände leichter als auf der Erde. Ein 10-Kilogrammgewicht würde, mit einer entsprechenden Wage auf dem Mars gewogen, nur etwa 4 Kilo wiegen, wir selbst aber würden uns — wenn es je gelingen sollte, diese Welt zu erreichen — dort oben, da unser Körpergewicht außerordentlich vermindert wäre, mit der Leichtigkeit eines Elfenwesens bewegen können. — Ein Beobachter, der auf dem Monde stände, würde, wenn er zur Erde schaute, bemerken, wie sich infolge der Drehung der Erde um ihre Achse die Länder und Meere, die man deutlich als helle und dunkle Flecke erkennen könnte, über die Kugel fortzubewegen scheinen, und sehr bald würde der Beobachter an der Zeit, die verfließt, bis dieselben Flecke wieder dieselbe Lage einnehmen, bestimmen können, daß sich die Erde in 24 Stunden einmal um ihre Achse schwingt. Auf genau dieselbe Weise hat man aus den Verschiebungen der von der Erde aus sichtbaren Flecke auf dem Mars konstatieren können, daß sich der Mars in 24 Stunden 37 Minuten einmal um seine Achse dreht. Der Tag des Mars ist also eine Wenigkeit länger als der irdische Tag.

Abb. 194. Veränderung des weißen Fleckes am Südpol des Mars in den Monaten Juli bis November 1900. Nach Beobachtungen von Flammarion

Die Lage der Bahnen der beiden Himmelskörper bedingt es, daß sich uns der Mars zu manchen Zeiten bis auf 57 Millionen Kilometer nähern kann — eine Strecke, die eine Flintenkugel in vier Jahren durchfliegen würde; zu anderen Zeiten trennen etwa 400 Millionen Kilometer beide Planeten; um diese Strecke zu durcheilen, brauchte unsere Kugel etwa 29 Jahre. Steht der Planet bei B in Abb. 123 Seite 147, wo A die Erde darstellt, so steht er uns am nächsten; befindet er sich im Punkte c seiner Bahn, so ist sein Abstand am größten. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß wir einen uns näherstehenden Himmelskörper größer und genauer erblicken als einen fernerstehenden, und so muß der Astronom, um diesen Planeten mit Erfolg beobachten zu können, warten, bis er sich in günstiger Nähe befindet, und auch möglichst hoch über dem Horizont, dessen Dünste jede feinere Beobachtung unmöglich machen, emporsteigt. Am günstigsten ist der Mars zu beobachten, wenn er der Sonne gegenüber steht, dann bietet er sich die ganze Nacht hindurch

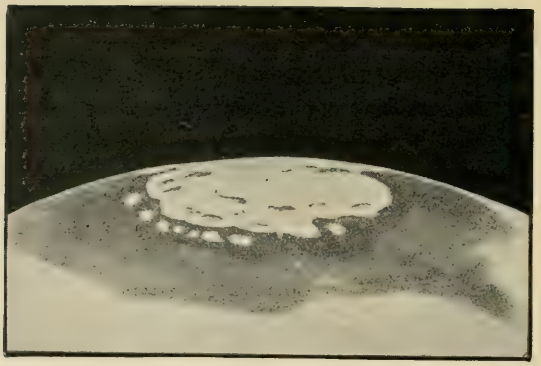


Abb. 195. Südpol des Mars im Jahre 1877
Nach Green

unseren Blicken dar. Solche sogenannten „Mars-Oppositionen" werden dann von den Astronomen aller Länder aufs eifrigste benutzt, um die vielen noch rätselhaften Erscheinungen der Marswelt mit immer vollkommeneren Hilfsmitteln zu studieren.

Die Sterngucker sind recht indiskrete Leute! Vor ihren riesenhaften Operngucken ist nichts sicher, sei es auch Millionen Meilen von unserer Heimat im Weltenraum entfernt. Zwei außerordentlich winzige Monde, die 1877 von Asaph Hall in Washington entdeckt wurden, begleiten den Mars. Von diesen beiden Monden, Phobos und Deimos genannt, die vielleicht noch heute unentdeckt wären, wenn nicht Halls Gattin ihren Gemahl, der schon das mühevolle Suchen nach den Monden des Mars aufgeben wollte, zu weiteren Versuchen überredet hätte, könnte ich allein stundenlang erzählen, denn es sind ein paar gar seltsame Himmelskörper. Sie haben beide nur etwa eine Meile im Durchmesser; ein guter Fußgänger würde auf ihnen in vier bis fünf Stunden eine „Reise um die Welt" absolvieren können, und mit der Eisenbahn könnte man bequem auf einem dieser Miniatur-Weltkörper in 10 Minuten vom Nordpol bis zum Südpol „reisen". Es ist erstaunlich, wie weit es die Kunst des Optikers gebracht hat, daß wir auf Millionen Meilen Entfernung überhaupt noch diese Kügelchen erkennen.

Der eine dieser Monde steht der Marsoberfläche so nahe, daß eine Reise von ihr zu jenem Mond nicht länger ist, als eine Reise von Berlin nach Amerika, und dieser Mond bewegt sich so schnell um den Planeten herum, daß er im Laufe eines Marstages mehrmals für denselben Marsort auf- und untergeht und damit naturgemäß sich in dieser kurzen Zeit mehrmals als Vollmond, als Sichel und Neumond präsentiert. Allerdings werden die Städte des Mars — wenn solche vorhanden sind — ihre Beleuchtung in „Mondnächten" (wie es so gern die Stadtväter irdischer Orte tun) kaum sparen können, denn die Monde erscheinen den Marsbewohnern nur als helle Sterne, etwa wie uns der Abendstern.

Richten wir bei günstigem Stande des Planeten ein kräftiges Fernrohr auf seine interessante Persönlichkeit, so bemerken wir auf seiner gelbroten Scheibe sehr deutlich graue resp. graugrüne Flecken, die, wie der Vergleich mit Beobachtungen älterer Forscher ergibt, feste Gebilde sind, die im großen

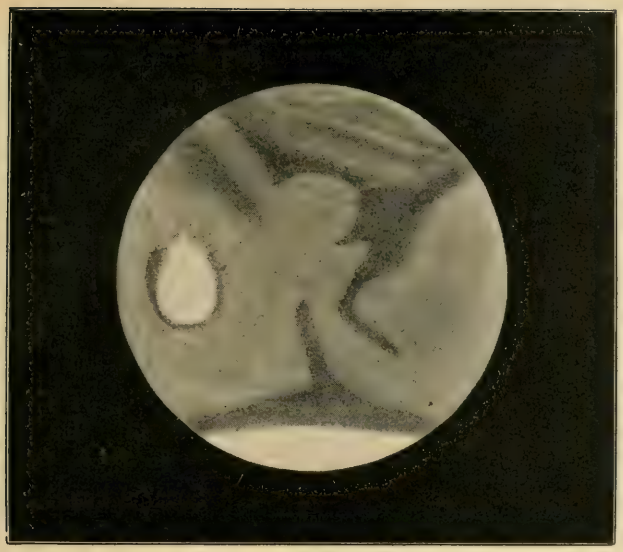


Abb. 196. Mars
Nach einer Beobachtung des Verfassers 1899, Januar 29

und ganzen ihr Aussehen nicht verändern und immer an derselben Stelle der Weltkugel des Mars bleiben. Wir haben es hier also nicht mit Wolken zu tun, sondern mit festen Gebilden der Planetenoberfläche, mit Ländern und Meeren und ähnlichen Objekten. Auf den folgenden Bildern erkennen wir diese Flecke, nur treten sie in diesen Zeichnungen sehr viel dunkler und deutlicher hervor, als sie das beste Fernrohr zeigt. Sehr deutlich, und auch dem Laien, der in der Kunst des astronomischen Beobachtens nicht bewandert ist, im Fernrohr sofort in die Augen fallend, sind die hellweißen Flecke an den Polen des Planeten. Bald erkennen wir diesen weißen Fleck am Nordpol, bald am Südpol des Planeten; auf Abb. 204 sehen wir den Südpolarfleck, während Abb. 196 den Nordpolarfleck zeigt. (Das astronomische Fernrohr kehrt die Dinge um; Norden ist daher hier unten und Süden oben.)

Wie die Erde bald den Nordpol, bald den Südpol der Sonne zuwendet, so wendet auch Mars (auf dem es ebenso wechselnde Jahreszeiten gibt wie hier bei uns, nur daß sie etwa doppelt so lang sind) bald seine südliche, bald seine nördliche Halbkugel der Sonne zu. Es ist nun von großer Wichtigkeit, daß wir den weißen Polarfleck nur an dem Pol des Mars sehen, der gerade von der Sonne abgewendet ist, also auf der Halbkugel liegt, die zur Zeit Winter hat. Um diesen weißen Fleck legt sich ein dunkler Saum und man bemerkt deutlich, daß dieser Saum, wenn es Frühling auf der betreffenden Marshalbkugel wird, größer und größer wird, während umgekehrt der weiße Fleck am Pol mit dem einziehenden Frühling immer mehr zusammenschrumpft. Dafür entsteht nun aber auf der anderen Halbkugel des Planeten, wo der Herbst seinen Einzug hält, am Pol ein weißer Fleck, der langsam an Größe wächst. Der französische Astronom Flammarion hat das Schwinden des südlichen Polfleckes auf Mars vom Juli bis November

Abb. 197. G. V. Schiaparelli

1900 beobachtet, als auf jener Halbkugel der Sommer einzog. Abb. 194 zeigt das Schrumpfen des Fleckes in dieser Zeit.

Was mögen nun jene weißen Flecke an den Polen unseres Nachbarplaneten zu bedeuten haben?

Die langjährigen, sorgfältigen Beobachtungen lassen keinen Zweifel darüber, daß jene Flecke nichts anderes sind als Schnee oder Reif. Auf jeden Fall Erzeugnisse der an den Marspolen herrschenden tiefen Temperatur. Ihre Farbe, ihre Abhängigkeit von den Jahreszeiten, ihr Auftreten gerade an den Polen, ferner der Umstand, daß sie bei ihrer Auflösung um sich einen dunklen Saum (Schmelzwasser?!) bilden, alle diese Umstände lassen keine andere Deutung zu. Green konnte 1877 das Abschmelzen des Südpolarfleckes sehr deutlich beobachten, von ihm stammt die in Abb. 195 reproduzierte Zeichnung. — Pickering hat auf dem Observatorium bei Arequipa in Peru mit Hilfe des Polariskopes, eines Apparates, der gewisse Änderungen des zurückgeworfenen Sonnenlichtes erkennen läßt, in der Tat vor einigen Jahren mit einiger Sicherheit nachzuweisen vermocht, daß es sich bei diesem dunklen Saum um Wassermassen handelt. Ältere Forscher haben jene weißen Massen an den Polen für Eis gehalten, ähnlich den Eisschichten an den Erdpolen. Barnard und Lowell haben auch mehrmals in den Polkappen blitzartig helle Lichter auftauchen sehen, wobei man an den Widerschein der Sonne an Eiswänden denkt. Dennoch kann es sich nicht um kompaktes Eis handeln, denn obwohl der Mars weit weniger Wärme von der Sonne empfängt als die Erde, schmelzen häufig die Polkappen vollkommen ab, was auf Erden nicht im entferntesten eintritt. Es macht schon erhebliche Schwierigkeiten, da an Schneemassen von größerer Masse

zu glauben; am eheſten ſtimmt die Wahrnehmung mit der Anſicht überein, daß wir einen nicht ſehr ſtarken Reifbelag vor uns haben. Nach neueren Forſchungen kann die Temperatur in jenen Gebieten des Mars überhaupt nicht weit über null Grad Celſius anſteigen, und je eingehender man ſich mit dieſen Polarkappen befaßt, je unſicherer wird unſer Wiſſen über die Natur des weißen Stoffes.

Auch in anderen Zonen der Marskugel tauchen zuweilen für einige Stunden weiße Streifen und Flecke auf. So beobachtete der Verfaſſer am 30. Januar 1899, daß ſich die „Elyſium“ genannte Landſchaft auf dem Mars in wenigen Stunden hellweiß färbte (Abb. 196 am linken Rand!), während ſie vordem gelbrot ausgeſehen hatte. Ob es ſich hier um Schneefälle handelt, mag dahingeſtellt bleiben. Eine Atmoſphäre hat Mars zweifellos, wie ſpektralanalytiſche Beobachtungen ergeben haben, indeſſen iſt dieſe weſentlich dünner als die Erdatmoſphäre, und wir würden vielleicht bei einem Beſuch der Welt des Mars etwas kurzatmig werden.

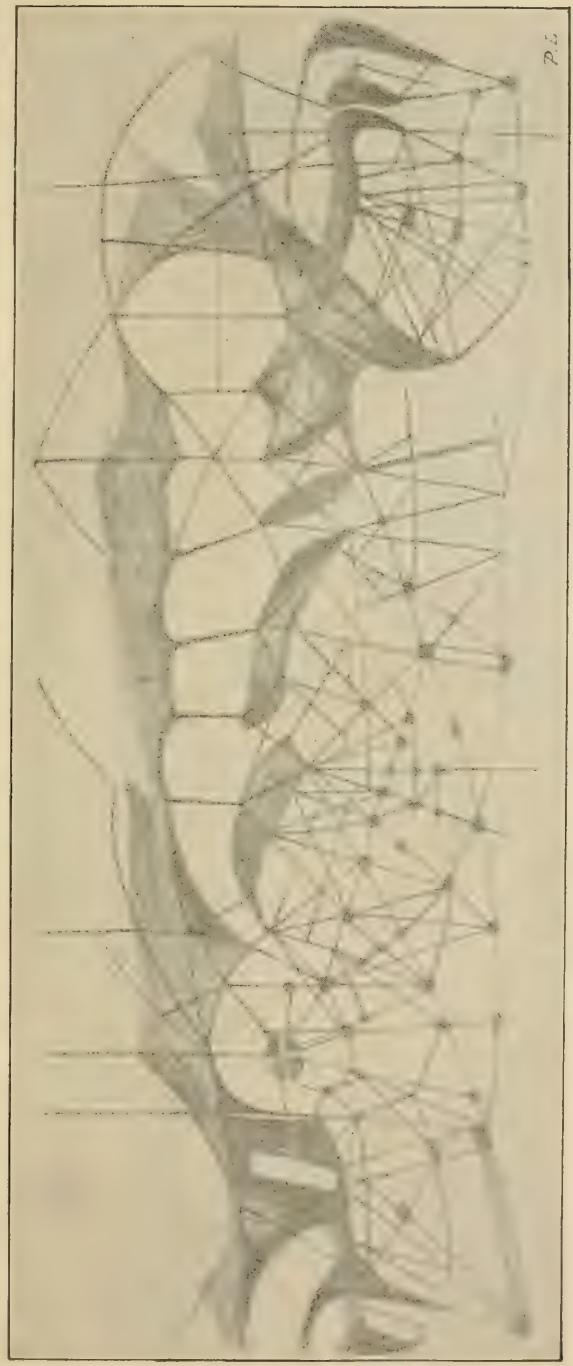


Abb. 198. Karte des Planeten Mars. Nach Percival Lowell

Abb. 199. Photographie des Mars
Auf dem Originalnegativ ist das Planetenscheibchen nur 6 Millimeter groß
Phot. P. Lowell

Auch Wolken und Trübungen großer Teile der Marsatmosphäre sind des öfteren beobachtet worden, besonders zur Zeit des Frühlings, wenn die große Schneeschmelze auf dem Mars beginnt. Wenn wir bedenken, welche erstaunlichen Wassermengen um diese Zeit auf Erden frei werden, begreifen wir, daß solche Wolkenmassen auf dem Mars erklärlich sind.

Das Rätselhafteste aber, das uns die Marswelt bietet, ist jenes feine Netz schnurgerader Linien, das zuerst von dem Mailänder Astronomen Giovanni Schiaparelli (Abb. 197) 1877 entdeckt wurde und inzwischen durch die Beobachtungen von Lowell, Douglas, Brenner, Pickering, Trouvolet, Antoniadi, Flammarion und anderen eingehend studiert worden ist. Hunderte von Linien, die wie mit dem Lineal gezogen, mehrere tausend Kilometer lang über die Marsoberfläche hinziehen, sich unter ganz bestimmten Winkeln schneiden und kreuzen, verbinden die großen dunklen Flecke, die wir für Meere halten, miteinander. Man hat diese Linien „Kanäle" genannt, und auf Abb. 198 und 204 wird sie der Leser deutlich erkennen. Abb. 198 ist eine Karte des Planeten Mars, entworfen von dem amerikanischen Astronomen Percival Lowell, dem hervorragendsten Kenner des Planeten, einem ausgezeichneten Beobachter. Wir staunen über die Reichhaltigkeit dieser Karte, die von einer fernen zweiten Erde entworfen ist. Über diese Marskanäle ist eine ganze Literatur entstanden. Der Streit um ihre Natur und Bedeutung ist auch heute noch nicht entschieden. Existieren sie wirklich in der Form, wie sie Lowell, Schiaparelli und Flammarion sahen, dann kann man kaum annehmen, daß es reine Naturerzeugnisse sind. Die „ingeniöse" Anlage macht das unwahrscheinlich. — Es ist aber im letzten Jahrzehnt zweifelhaft geworden, ob unsere Fernrohre die wirkliche Gestalt der Kanäle erkennen lassen. — Man sehe sich einmal die Karte (die Marskarten anderer Beobachter zeigen übrigens genau dieselben Details) genau an. Da ist eine kreisrunde Insel, in deren Mitte sich wieder ein kreisrunder See befindet. Von diesem See gehen schnurgerade Linien unter bestimmten Winkeln aus, die den See mit dem Meer und mit anderen Seen verbinden. Eine andere Insel wieder (rechts oben!) wird durch ein genaues Kreuz von Kanälen geteilt. An einer anderen Stelle laufen 6—8 Kanäle zu einem Stern zusammen, in dessen Mittelpunkt ein runder dunkler Fleck liegt; dann zeigt sich wieder eine genau viereckige Insel, die durch einen Kanal, der genau von einer Ecke zur anderen läuft, in zwei gleiche Dreiecke

geteilt wird usw. usw. Man hat vielfach darauf hingewiesen, daß es sich bei diesen Kanälen um Täuschungen optischer Natur handeln könnte, neuerdings ist es aber auch gelungen, auf photographischem Wege ihre Existenz zu beweisen, wie Abb. 199 erkennen läßt.

Sind nun diese Linien wirklich mit Wasser gefüllte, gar von uns ähnlichen Wesen geschaffene Kanäle? Zunächst sei erwähnt, daß Schiaparelli, der diese Linien zuerst sah und benannte, mit dem Namen keineswegs den irdischen Sinn verband; nur die äußere Form sollte gekennzeichnet werden. Merkwürdig ist es ja nun, daß die ganzen Verhältnisse auf diesem Nachbarplaneten (unter der Voraussetzung, daß die Schlüsse, die man bisher zog, zutreffend sind) die Anlage großer Kanalbauten wirklich erheischen würden, wenn dort uns gleiche Wesen leben. Die großen gelbroten Landgebiete scheinen ausgedehnte Wüsten zu sein. Zuweilen sind sie von zarten gelben Schleiern überzogen, die man geneigt ist für Sandstürme zu halten. Gebiete, die man für Wasserflächen halten könnte, finden sich da nicht; es würde sich dann also um Gegenden von großer Dürre und Wasserarmut handeln. Da der Planet überhaupt Wasserarmut zeigt, manche der früher als „Meere" angesprochenen grauen Flächen sicher nur ganz flache Tümpel, ja Sümpfe von großer Ausdehnung sein können, da auch Wolken und Niederschläge verhältnismäßig selten sind, müßten eventuelle Bewohner dieses Sternes die größten Anstrengungen machen, um Wasser von den kleinen Meerbusengebieten in die Wüstenländer zu leiten, was man wohl durch ein ausgedehntes Kanalnetz am zweckmäßigsten erreichte.

So liegt also der Gedanke, es könne sich in der Tat um Kanalbauten handeln, für den, der sich den Planeten bewohnt denkt, nahe. Dennoch ist das alles doch recht „irdisch" gedacht. Vor allem, welch ein Riesenwerk! Die Marsbewohner müßten Ingenieure sein, die uns weit in den Schatten stellen! Zumeist sind die Linien 60 Kilometer breit, oft aber breiter als 100 Kilometer, und manche von ihnen umspannen die Hälfte der

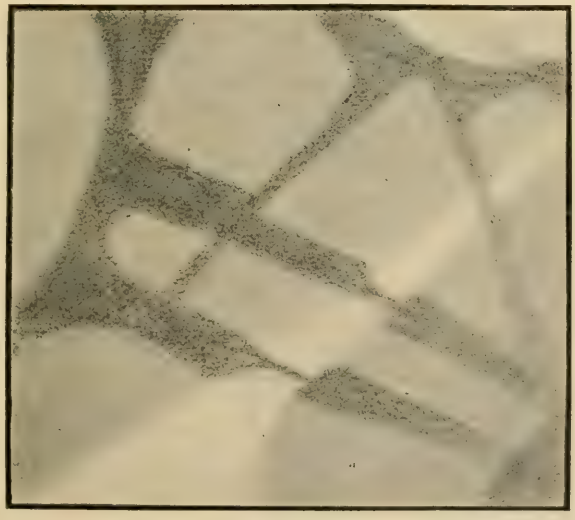


Abb. 200. Überlagerung einiger Marskanäle durch einen weißen Streifen
Nach einer Beobachtung von Schiaparelli

Planetenkugel. Was sind dagegen unsere irdischen Kanalbauten! Wozu auch diese enorme Breite, die angesichts der Wasserarmut des Sternes wiederum befremdlich wird. Was für eine Riesentechnik müssen die Menschen dort besitzen, um derartige Bauwerke auszuführen! —

Lowell, der Hauptverfechter der Kanal-Hypothese, hat nun sehr geistreich nachzuweisen versucht, daß die dunklen Linien, deren Breite uns verdächtig erscheint, gar nicht die eigentlichen Kanäle sind, sondern die Vegetationsstreifen, die sich nach der Bewässerung links und rechts der Kanäle bilden. Der eigentliche Kanal ist nach Lowell so schmal, daß er gar nicht sichtbar wird. Darum träten die Kanäle auch erst im Sommer hervor, langsam wachsend und sich ausbreitend. Das hörte sich, wenn nicht eben andere Punkte dagegen sprächen, recht plausibel an. Auch eine Beobachtung, die Schiaparelli einmal gemacht hat, scheint diese Annahme zu bestätigen. Der italienische Forscher sah einmal, wie sich ein weißer Streifen über eine von Kanälen durchschnittene Gegend (siehe Abb. 200) niedersenkte. Dieser weiße Streifen scheint ein Schneefall in größerer Ausdehnung gewesen zu sein. Es zeigte sich nun, daß an den Stellen, wo der Streifen die „Kanäle" überlagerte, diese ganz schmal geworden waren. Diese von dem weißen Streifen verschont gebliebenen schmalen Stellen müssen aber nach der erwähnten Hypothese in der Tat den eigentlichen schmalen, mit Wasser gefüllten Kanal bilden und dieses Wasser muß naturgemäß den Schnee aufgelöst und unsichtbar gemacht haben, der aber die Vegetation zu beiden Seiten überdecken und weiß färben konnte. Lowell konnte feststellen, daß die Kanäle erst erscheinen, wenn die Schneeschmelze beginnt, also im Frühling resp. im Sommer, was für seine besprochene Hypothese sehr beweisend ist. Ebenso verblassen die Kanäle, oder, wie wir besser sagen wollen, die Vegetationsstreifen, wenn es Herbst oder Winter wird. Das Aussehen der Marslandschaften ändert sich beständig mit den Jahreszeiten. (Abb. 201.)

Man hat auch bemerkt, daß große Partien auf dem Mars, die man bisher für Meere hielt, ihre Farbe mit den Jahreszeiten ändern, besonders im Sommer ausgesprochen grünlich und gegen den Herbst hin gelblich rot erscheinen. Ja, allerneueste Beobachtungen haben ergeben, daß sich die Kanäle auch in einigen jener dunklen Gebiete fortsetzen, diese können also unmöglich Meere sein, sondern — was manche Forscher schon früher behaupteten — eher große mit Pflanzenwuchs bedeckte Landgebiete. Nur zwei oder drei tiefdunkle Flecke sind höchstwahrscheinlich offene Meere. Um dies festzustellen, will man sich jetzt einer originellen Methode bedienen. Offenbar muß sich die Sonne in den Meeren des Mars spiegeln, und dieses Spiegelbild muß von der Erde aus im Fernrohr als kleines strahlendes Pünktchen zu sehen sein. Ist M in Abb. 203 der Mars und der dunkle Fleck daselbst ein Meer, so muß sich die Sonne S

Aquarell von Bruno H. Bürgel.

Der Planet Saturn, von einem seiner Monde aus gesehen, im Augenblick des Untergangs am Horizont

in demſelben ſpiegeln. Das Meer aber wird die Strahlen unter dem gleichen Winkel nach E, der Erde, zurückwerfen.

Weſentlich anderer Natur ſind die Lichtflecke, die vor einigen Jahren am Rand der Marskugel auftauchten und ſo großes Aufſehen erregten. Irgendein Phantaſt hatte geſagt, dieſe Lichtflecke könnten große Feuerſignale der Marsbewohner ſein, mit denen ſie den Erdbewohnern von ihrer Anweſenheit Mitteilung machen wollen, und nun konnte man in allen Zeitungen der Welt, beſonders franzöſiſchen und amerikaniſchen Blättern leſen, daß unverzüglich die Kulturſtaaten der Erde ſich zuſammentun müßten, um das Signal zu erwidern. Dieſes ſo viel Aufſehen erregende Lichtfleckchen am Marsrande zeigt — ein wenig vergrößert — Abb. 202. Man bedachte nicht, daß wir ſchon den ganzen Thüringer Wald in Brand ſtecken müßten, damit in den Fernrohren der eventuellen Marsbewohner ein flimmerndes Lichtpünktchen wahrnehmbar ſein könnte; ebenſo könnte natürlich jenes vermeintliche „Signal“ am Marsrand auch nur durch ein entſprechend

Abb. 201. Jahreszeitliche Veränderungen einer beſtimmten Marsgegend
Nach Beobachtung von E. E. Barnard am großen Fernrohr der Lick-Sternwarte

Abb. 202. „Das Signal der Marsbewohner" am Rande der Marsscheibe

großes Feuer erzeugt worden sein. Es ist anzunehmen, daß jener Lichtfleck durch besonders hoch schwebende Wolken, die das Sonnenlicht stark reflektieren, erzeugt worden ist. Ein großer Teil gerade der bedeutendsten Marsforscher und viele Astronomen von Ruf sind allerdings der Ansicht, daß jener Planet von einem Menschengeschlecht bewohnt ist, von dessen Tätigkeit jenes gewaltige, die ganze Planetenkugel umspannende Netz von Kanälen Zeugnis ablegt. Direkte Lebensäußerungen jener Wesen aber, wie es Signale wären, sind, soweit wir heute die Dinge übersehen, von hier aus kaum wahrnehmbar, man müßte denn annehmen, daß jene Wesen schon andere uns unbekannte Kräfte der Natur in ihren Dienst zwangen. Man muß sich bei diesen Dingen vor überspannten Phantastereien hüten, eines dürfen wir nicht vergessen: gar viele Erscheinungen, die die Marsoberfläche zeigt, sind uns vollkommen rätselhaft, so die von Schiaparelli 1888 entdeckten Verdoppelungen mancher Kanäle. Tausende von Kilometern lange Kanäle spalten sich gewissermaßen plötzlich in zwei durchaus gleiche, parallele Kanäle, die wie die beiden Schienen eines Eisenbahngleises nebeneinander hinlaufen. Einige solcher Doppelkanäle zeigt die Abb. 204. — Abermals ein Rätsel ohne Lösung! Von den neueren Beobachtern wird die Verdoppelung bestritten; demnach müßte sich ein so vortrefflicher Beobachter wie Schiaparelli so und so oft schwer getäuscht haben, und andere mit ihm. Wie unsicher das noch alles ist, wie umstritten selbst Dinge sind, die man doch für einigermaßen geklärt glaubte, zeigt der Umstand, daß der trefflichste deutsche Marsbeobachter dem Verfasser gegenüber bemerkte, daß ihm die ganzen Erscheinungen dieser Welt immer rätselhafter würden, und ihm zuweilen den Eindruck machten, als handle es sich um nicht feste Gebilde, etwa um Wolken oder dergleichen. — Viel Hoffnung wird auf die der Beobachtung sehr günstige Mars-Opposition vom Sommer 1924 gesetzt. Höchst phantastische „lichttelegraphische Verbindungen mit den Marsbewohnern" werden in Amerika geplant.

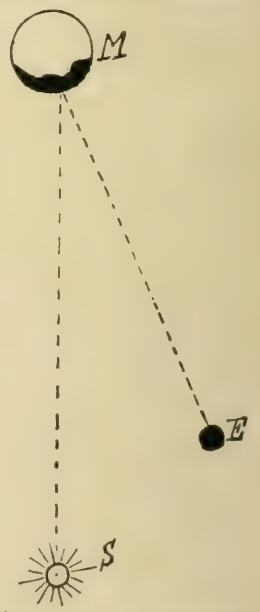


Abb. 203. Spiegelung der Sonne in den Marsmeeren

Wer tiefer über das Problem nachdenkt, kommt zu der Überzeugung, daß an die Lösung des Marsrätsels noch lange nicht zu denken ist. — Immer mehr stellt sich heraus, daß die Marsatmosphäre sehr dünn und sehr arm an Wasserdampf ist. Alle modernen Forschungen kommen zu einer mittleren Jahrestemperatur von etwa 25 Grad Kälte. Nur im Sommer kann zur Mittagszeit die Temperatur erheblich über Null steigen. Wenn wir trotzdem die weißen Kappen an den Polen vollkommen abschmelzen sehen, so kann es sich nur um dünne Reifschichten handeln, womit wieder die Schmelzwasser-Theorie fällt, die mächtige Kanäle als Ableiter wahrscheinlich machen will. Immer auffälliger tritt zutage, daß freies Wasser in sehr geringen Mengen auf dem Mars vorhanden ist. Nach Svante Arrhenius sind fast alle Marsmeere nur noch Salztümpel und Salzsteppen, und die Länder Wüsten, hoch mit rötlichem Meteorstaub bedeckt. Die Kanäle hält er für Spalten und Senkungen, ähnlich den Erdbebenspalten. Nach ihm ist Mars eine tote Welt.

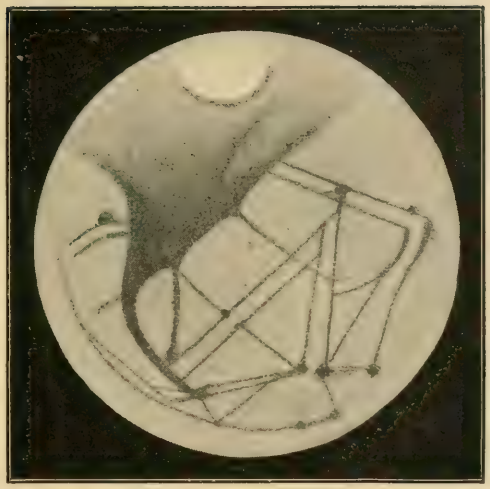


Abb. 204. Mars mit verdoppelten Kanälen
Nach einer Beobachtung von G. V. Schiaparelli

Es fehlt aber auch nicht an Meinungen, die den Planeten vollkommen anders sehen, die im Gegensatz zur landläufigen Ansicht die hellen Partien für Wasser, und zwar für vollkommen vereiste Ozeane, und die dunklen für Land halten. Die Kanäle werden da als mächtige Risse im Eise, riesige Eisbruchlinien erklärt, die rötliche Färbung der hellen Gebiete wird dem ja stark eisenhaltigen Meteorstaub zugeschrieben, der im Laufe der Jahrtausende die Eisdecke überzog. — Daß viele der dunklen Gebiete, die man für gewöhnlich als Meere bezeichnet, von anderen wegen der da erkennbaren Veränderungen auch als Vegetationsflächen gedeutet werden, wurde schon erwähnt. Nach neueren Beobachtungen von Antoniadi, Graff und anderen erscheinen die „Kanäle" in besten Instrumenten durchaus nicht als gleichförmige gerade Linien, sondern als sehr zusammengesetzte Gebilde (siehe das Bild auf Seite 264). Wir sehen, alles ist da noch umstritten, alles voller Fragezeichen, und nur eines bleibt bestehen: Dieser Planet hat in vielen Punkten Ähnlichkeit mit der Erde und an der Möglichkeit seiner Bewohnbarkeit kann man nicht zweifeln, wenn es auch echt menschlich und töricht ist, zu glauben, die Wesen fremder Sterne müßten in ihrem Körperbau, ihren Bedürfnissen, ihrem Wollen und Tun uns selber gleichen! —

„Und Jupiter bleibt doch der schönste Schein,
Saturn ist groß, dem Auge fern und klein,
Ihn als Metall verehren wir nicht sehr,*)
An Wert gering, doch im Gewichte schwer.
Ja, wenn zur Sonne Luna sich gesellt,
Zum Silber Gold, da ist es heitre Welt."

Goethe.

Jupiter und Saturn, die Riesen des Sonnenreiches

Zwei helle Planeten am Abendhimmel. Die Entfernung und das Jahr des Planeten Jupiter. Der Riese unter den Planeten. Die starke Abplattung Jupiters. Das Land der kurzen Tage. Nichts als Wolken. Die Beschaffenheit des Planeten. Jupiter ein noch heißer, unbewohnbarer Ball. Der „Rote Fleck". Von den Jupitermonden. Finsternisse der Monde. Die Jupitermonde und die Schiffahrt. Wie uns die Jupitermonde die Geschwindigkeit des Lichtes erkennen ließen. Die Ausdehnung des Jupiterreiches. Die Entfernung und Größe des Saturn. Seine Abplattung. Der Ring des Saturn. Den alten Astronomen war die Gestalt Saturns rätselhaft. Wie sich das wechselnde Aussehen des Saturnringes erklärt. Beschaffenheit des Saturnringes. Zehn Monde. Wie es auf dem Saturn aussieht.

Hoch oben vom Turm der stillen Warte laß uns niederschauen auf die abendliche Welt da drunten. Wie ein verklingendes Raunen erstirbt des Tages Lärm in der Dämmerung. Die Unrast hat das „große Licht, das den Tag regiert", mit sich genommen. Drüben in der Ferne schwebt der Dunstschleier der Riesenstadt; ein feines Glimmen liegt darunter, ausgestrahlt von einer Milchstraße, aus Millionen elektrischer Sonnen gebildet.

Aber kein Laut dringt mehr von da drüben, wo es nie Nacht wird, herüber, herauf in unsere Einsamkeit. Nur jenseits, von der Waldstraße her, rollt mit seltsamem Trommelton ein verspätetes Wägelchen; ein Hund schlägt an, und sein grollender Ruf verhallt in der Dunkelheit. — Und jetzt sieh dort hinunter! Ein glühend roter Ball in blaß-violetten Dunstschleiern steigt gespenstisch groß über den alten Weiden der Mond empor. Noch ziehen Zweige als Silhouetten durch die feurige Scheibe, aber langsam schiebt sie sich herauf und wirft einen fahlen Schein in die Dunkelheit. Ein behäbiges Grinsen scheint über das alte, gutmütige Gesicht zu gehen, der alte Gesell

*) Gemeint ist das Blei, das den Namen und das Zeichen (♄) Saturns erhielt.

lächelt wieder einmal über all die Torheiten der Bewohner dieses Planeten, die er nun schon seit grauen Zeiten mitanschaut.

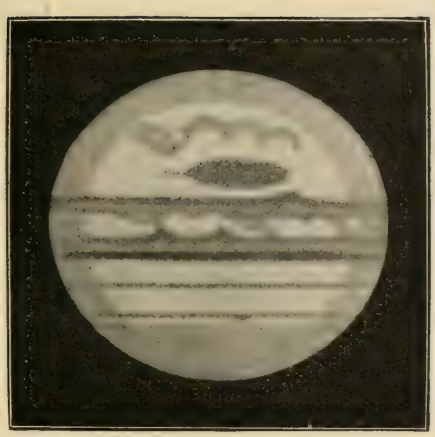


Abb. 205. Jupiter mit dem roten Fleck
Nach einer Beobachtung von Lohse in Potsdam 1880, Aug. 31

Und wie er langsam höher und höher steigt, den Dunstschwaden des Horizontes siegreich enteilend, wächst sein Glanz; reiner und weißer wird sein freundlicher Schimmer, silberfließend strahlt er hernieder, auf den Dächern drunten glänzt sein Spiegelbild, und die staubige Chaussee mit den weißen Wegsteinen und den düsteren Pappeln zieht, von ihm erhellt, wie ein gewundenes Band weit hinaus in die träumende Ferne. Und je höher er steigt, der alte Nachtwandler, je mehr verblassen die Sternlein, zu deren Hirten er, wie es im alten Volksliede heißt, bestellt ist. Erst verschwinden die ganz kleinen, dann die mittleren, immer leerer und leerer wird das erst so sternbevölkerte Firmament, und endlich sind nur noch die allerhellsten übrig geblieben, die großen Krondiamanten im Geschmeide der Himmelskönigin. Hoch oben, von dem freien Turm unserer Sternwarte ausschauend, sehen wir zwei Sterne ganz besonders hell glänzen; sie überstrahlen alle anderen bei weitem, und selbst des Mondes Schimmer kann ihnen nicht viel Abbruch tun. Ruhig und stetig ist ihr Glanz, sie flackern und flimmern nicht wie die Fixsterne ringsum, und schon daran erkennen wir, daß es zwei Planeten sind. Sie stehen dem Ort, den die Sonne jetzt unter dem Horizonte einnimmt, fast gegenüber, sie gehören also nicht zu den sonnennahen Planeten, die sich immer dicht bei dem hellen Tagesgestirn aufhalten. Weder Merkur noch die funkelnde Venus kann also unter ihnen sein, und auch der rötlich scheinende Mars ist es nicht, denn ihr Licht ist rein weiß. Wir haben die beiden größten Planeten, die beiden größten Geschwister der Erde vor uns, die Riesenplaneten Jupiter und Saturn, die weit, weit jenseits der Erde und noch weit, weit jenseits des Mars um die Sonne wandern. Fünfmal ferner als die Erde steht Jupiter der Sonne, und fast zehnmal weiter als sie ist Saturn vom Sonnenball entfernt. Zwei interessante Weltkörper, die wir nun näher betrachten wollen.

Jupiter, das größte aller Kinder der Sonne, ist der fünfte der Planeten (siehe Abb. 120 u. 121), er befindet sich im Mittel, 777 Millionen Kilometer von dem Feuerball, dem alle untertan sind, entfernt. Das ist eine ganz gewaltige Strecke, die eine Geschützkugel erst in rund 50 Jahren durcheilen könnte, flöge sie gleich in jeder Sekunde 500 Meter vorwärts! Ein Eilzug, der den Weg

von der Erde zum Monde in sechs Monaten absolvierte, wäre gar gegen 950 Jahre unterwegs, um von der Sonne bis zum Jupiter zu dampfen. Von der Erde ist der Planet zuweilen noch weiter entfernt, nämlich 960 Millionen Kilometer, er kann sich uns aber auch bis auf 587 Millionen Kilometer nähern, und dann erstrahlt er in höchstem Glanze und bietet, da er nicht wie die Venus, die noch heller ist wie er, nur in der Morgen- oder Abenddämmerung sichtbar ist, sondern zumeist die ganze Nacht hindurch, einen prächtigen Anblick. Seine große Bahn um die Sonne durchläuft der Planet in 11 Jahren und 315 Tagen, das Jahr des Jupiter ist also fast 12 unserer Jahre lang. Daß dieses Gestirn trotz seiner viel größeren Entfernung von der Erde fast so hell ist wie die uns so nahe Venus, findet in seiner ungeheuren Größe die Erklärung. Schon bei Betrachtung der Abbildung 4 wird uns die überwiegende Größe des Gestirns im Verhältnis zu den anderen Planeten deutlich: er ist sozusagen eine kleine Sonne, und wenn diese selbst aus dem Planetensystem fortgenommen würde, zwänge Jupiter vermöge seiner enormen Masse die anderen Geschwister, ihm zu dienen, ihn zu umkreisen. Alle Planeten zusammengenommen auf eine Wagschale gelegt, würden dreimal weniger wiegen als Jupiter in der anderen Schale, und in der hohl gedachten Jupiterkugel ließen sich 1330 Erdkugeln unterbringen. Ein ohne Unterbrechung fahrender Schnelldampfer vermöchte in etwa 35 Tagen die Erdkugel an ihrem größten Umfange zu umfahren, er brauchte aber ein volles Jahr, um die Jupiterkugel an ihrem Äquator zu umschiffen.

Der Riesenplanet ist übrigens keine genaue Kugel. Die Erde ist es zwar auch nicht, aber ihre Abweichung von der Kugelform ist doch eine recht geringe. Beim Planeten Jupiter sieht man indessen die Abweichung von der Kugelgestalt schon in einem mäßig vergrößernden Fernrohr. (Abb. 206.) Der Durchmesser der Kugel am Äquator beträgt 143 750 Kilometer, aber der Durchmesser von Pol zu Pol ist um 9000 Kilometer geringer! Wenn wir eine weiche Tonkugel auf einer Drehvorrichtung (siehe Abb. 163) in schnelle Rotation versetzen, so nimmt sie eine abgeplattete Gestalt an, wie das auf Seite 204 näher auseinandergesetzt ist. Die Abplattung wird um so stärker, je schneller sich die Kugel dreht, und wir werden daher, wenn wir bei einem Himmelskörper eine starke Abplattung finden, ohne weiteres schließen können, daß dieser Körper sich schnell um seine Achse dreht oder doch früher einmal eine schnelle Rotation besessen hat. In der Tat finden wir das beim Planeten Jupiter bestätigt. Die mächtige Kugel dreht sich in weitaus kürzerer Zeit einmal um sich selbst als die kleine Erde, nämlich in 9 Stunden und 55 Minuten; wie seltsam wäre es doch, wenn wir auf der Erde eine so kurze Tagesdauer hätten. Die Sonne stände nur etwa 5 Stunden über dem Horizont, und alle unsere Einrichtungen müßten wesentlich anders organisiert sein, ja es ist fraglich, ob Wesen von unserer Beschaffenheit einen solchen schnellen Wechsel von Tag und Nacht auszuhalten vermöchten. Es sei das

nur nebenbei erwähnt, um zum Nachdenken darüber anzuregen, daß die „Menschen" anderer Planeten unter Umständen durch äußere Verhältnisse (die aber nach allem, was wir heute über die Entwicklung der Lebewesen wissen, für die Organisation derselben bestimmend sind) ganz anders beschaffen sein können.

Die Sonne erscheint in der Entfernung Jupiters nur noch in fünfmal geringerem Durchmesser als hier auf Erden (Abb. 150), fünfundzwanzigmal weniger Licht und Wärme erhält der Planet, als uns die strahlende Tageskönigin aus ihrem reichen Born spendet. Selbst am hellen Mittag würde

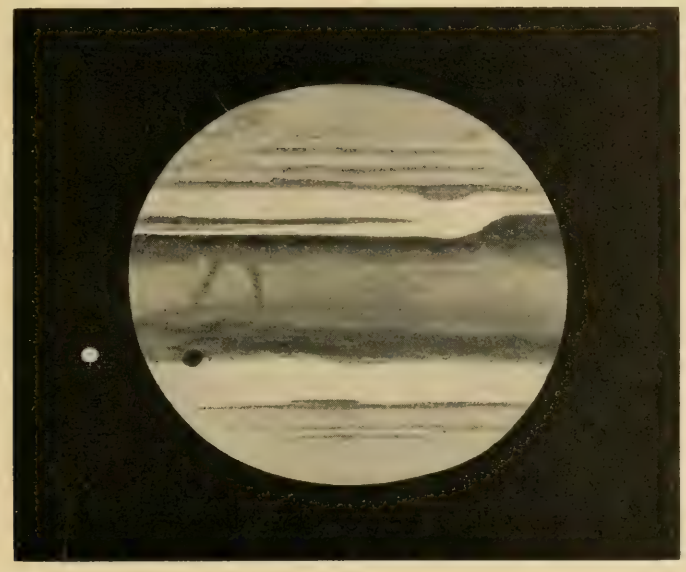


Abb. 206. Jupiter
Nach einer Beobachtung des Verfassers 1899, Mai 16, 8 h 45 m
Der schwarze Fleck auf der Scheibe des Planeten ist der Schatten des linksstehenden Jupitermondes

es nur ein Zwielicht sein, das die Jupiterbewohner, wenn solche dort zu existieren vermöchten, erfreute, und wahrscheinlich würden am Himmel dieses Planeten die hellen Sterne auch am T a g e sichtbar sein, wie wir es bei einer totalen Sonnenfinsternis auch bei uns beobachten können.

Wie wir gleich näher erkennen werden, brauchen wir uns über die Bewohner dieses Riesenplaneten keine Sorgen zu machen, denn diese Weltkugel ist entschieden nicht bewohnbar, wenigstens ist sie es heute noch nicht. Schon in einem kleinen Fernrohr erkennen wir graue Streifen, die die Jupiterkugel umgeben, und die Beobachtung derselben in größeren Instrumenten (Abb. 205 u. 206) läßt erkennen, daß es sich um ungeheure W o l k e n m a s s e n handelt, die in mächtigen Gürteln, sozusagen die Klimazonen des Planeten anzeigend, rings um den gewaltigen Ball schweben. Von der eigentlichen

Oberfläche Jupiters sehen wir keine Spur, wie ein Bergsteiger nichts von den Dörfern drunten in den Tälern sieht, wenn unter ihm dichte Wolken- und Nebelmassen schweben, die mit einem Schleier die Tiefe verhüllen. Eine ungeheuer dichte, warme, wasserdampfreiche, wallende und wogende Atmosphäre umgibt den großen Bruder der Erde, eine Atmosphäre, die sich vielleicht am besten mit jener vollkommen undurchsichtigen Nebelluft vergleichen läßt, die zuweilen über Südengland, speziell über London liegt und dort berühmt und berüchtigt ist. Natürlich kann der Vergleich nur eine rein äußerliche Ähnlichkeit charakterisieren, jene dichte Atmosphäre Jupiters entsteht auf wesentlich andere Weise, und sie ist ohne Zweifel von beträchtlich hoher Temperatur. Das genaue Studium der Jupiteratmosphäre zeigt, daß zwar die Streifen im großen und ganzen ihre Form und ihre Lage auf der Jupiterkugel beibehalten, daß aber die feineren Details durch heftige Strömungen fortwährend ihre Gestalt ändern. Es zwingen verschiedene Wahrnehmungen zu der Annahme, daß diese Strömungen durch starke Erwärmung der Luft von der Oberfläche des Planeten aus hervorgerufen werden, und dieser und andere Umstände machen es fast zur Gewißheit, daß der Planet noch gar keine feste Oberfläche besitzt wie die Erde, sondern daß er sich noch in einem Zustande der Entwicklung befindet, den die Erdkugel ebenfalls vor Jahrmillionen durchmachte. Es ist anzunehmen, daß die Jupiteroberfläche noch in einem breiigen, zähflüssigen, heißen Zustande ist, daß sich dort vielleicht eben die ersten, noch dünnen und leicht von den Feuergewalten der Tiefe zu durchbrechenden Schichten einer festen Kruste um die ehedem glühendflüssige Kugel legen. Die Temperatur in den oberen Schichten der Jupiteratmosphäre ist wahrscheinlich bereits so weit gesunken, daß sich die das Wasser bildenden Elemente vereinigen können, und in ununterbrochenen Regengüssen, die in diesem Stadium einer Weltkugel Jahrhunderte währen mögen, auf die Oberfläche des Planeten niedergehen. Wahrscheinlich ist diese Oberfläche aber noch zu heiß, um die Wassermassen als „Urmeere" aufnehmen zu können, das Wasser wird sofort wieder in Wasserdampf verwandelt, der emporsteigt, um den Kreislauf aufs neue zu beginnen.

Die eingehende Betrachtung der Details in der Atmosphäre dieser Welt zeigt oder macht es doch wenigstens wahrscheinlich, daß die weißen und helleren Partien die höchsten Wolkenschichten sind, daß es sich bei den graueren um tiefere Luftschichten handelt und daß einige besonders dunkle Flecke vielleicht Lücken im Wolkenmeer sind, die uns einen Blick auf die eigentliche Oberfläche des Planeten gestatten. Das scheint auch besonders jene eigenartige Erscheinung zu bestätigen, die in der astronomischen Welt unter dem Namen des „Roten Fleckes" bekannt ist. Dieser Fleck, den man an seiner eigenartigen, regelmäßigen, ovalen Form auf Abb. 205 leicht oberhalb der Mitte erkennt, tauchte im Jahre 1875 auf und wurde immer tiefroter, so daß er das auffälligste Objekt der ganzen Planetenscheibe bildete. Um

Abb. 207. Jupiter mit seinen 4 großen Monden
Nach einer Zeichnung des Verfassers

diesen Fleck waren heftige Strömungen in den Wolken zu bemerken, ein Zeichen, daß hier ganz besonders kräftige Hitzeströme von der Jupiteroberfläche aufstiegen. Bringt man diesen Umstand mit der Farbe des Fleckes in Zusammenhang, so scheint die Annahme berechtigt, daß wir es hier mit dem Widerschein einer mächtigen Glut auf dem Planeten zu tun hatten. Offenbar war an dieser Stelle die Oberfläche durch eine Art Vulkanausbruch zersprengt worden, und die ausgebrochenen feurigen Massen hatten ein weites Gebiet dieser Welt überflutet. Die Wärmeströme, die von dort ausgingen, zerteilten die Wolkenmassen etwas, und rot leuchtete der Feuerschein in den dichten Nebeln. Der rote Fleck ist noch heute, nach mehr als 40 Jahren, deutlich sichtbar und zeigt interessante Veränderungen. Zu manchen Zeiten besaß er eine Ausdehnung von 35 000 Kilometern.

Wir sehen, daß die Welt des Jupiter nicht zu jenen zu zählen ist, die dem Leben eine Heimstätte zu bieten vermögen, aber nach allem, was wir über die Entwicklungsgeschichte der Weltkörper wissen, hat ein jeder Körper, auch die Erde, jenes Stadium durchgemacht, in welchem sich jetzt dieser mächtige Ball befindet; Jupiter ist eine noch jugendliche Welt, eine eben erst erloschene „Sonne", deren Stunde als Trägerin des Lebens noch nicht geschlagen hat.

Wer ein kleines Taschenfernrohr oder ein gutes Opernglas auf Jupiter richtet, wird dicht neben seiner Scheibe einige winzige Sternchen erblicken, kaum noch wahrnehmbar: es sind Monde Jupiters. Der große Planet hat deren neun. Vier von ihnen sind sehr groß und können schon mit den eben erwähnten geringen optischen Hilfsmitteln erkannt werden (Abb. 207), die fünf anderen aber sind so klein, daß nur die allergrößten Fernrohre sie sichtbar machen. So wurden denn auch die vier großen Monde schon 1609 von Galilei mit dem damals eben erfundenen Fernrohr entdeckt, während die fünf kleinen Monde erst in den letzten Jahren mit den Rieseninstrumenten der Neuzeit oder auf photographischem Wege aufgefunden wurden.

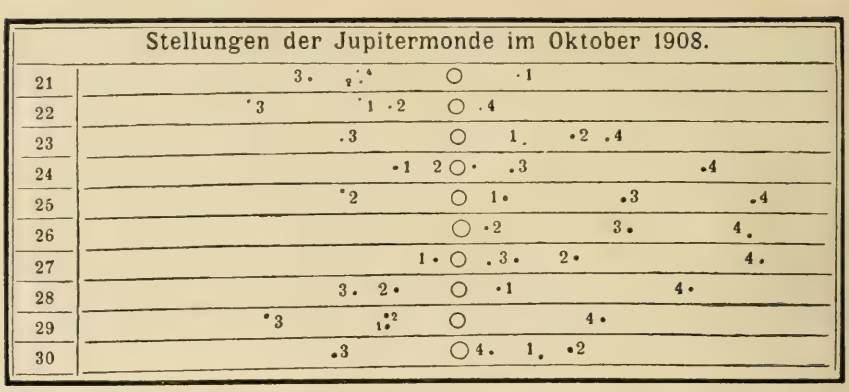


Abb. 208. Stellung der Jupitermonde während einiger Tage
Nach den Tafeln und Vorausberechnungen des Astronomischen Jahrbuches
Der kleine Kreis in der Mitte stellt die Jupiterkugel dar; die mit 1, 2, 3, 4 bezeichneten Punkte markieren die 4 großen Jupitermonde

Diese Monde des Jupiter (wir wollen nur die vier großen im Auge behalten) sind sehr interessante Gebilde. Abgesehen davon, daß sie in einem großen astronomischen Fernrohr einen wunderbaren Anblick gewähren, wenn sie langsam die mächtige Kugel des Planeten umkreisen und immer wechselnde Stellungen zueinander einnehmen, — haben sie auch ein praktisches Interesse für uns. Schaut man ihren Bewegungen eine Weile zu, so kann man sehen, wie bald dieser, bald jener Mond *vor* der Jupiterkugel vorüberläuft, und wie die Sonne seinen *Schatten* auf die Oberfläche des Jupiter wirft (Abb. 206), genau so, wie zur Zeit einer Sonnenfinsternis der Schatten des Erdmondes auf die Erde fällt. Wir sind also da Zeugen einer Sonnenfinsternis auf dem Jupiter, denn dort, wo der Schatten des Jupitermondes auf den Planeten auftrifft, steht jener Mond vor der Sonne und verdunkelt sie. Zu anderen Zeiten kann ein solcher Mond wieder durch die Jupiterkugel verdeckt werden; er verschwindet hinter dem Planeten. Ebenso treten aber auch die Monde, wenn sie *hinter* Jupiter vorbeilaufen, in den mächtigen Schatten ein, den die Jupiterkugel hinter sich in den Raum wirft. Dann werden die Monde natürlich *verdunkelt*, und es ereignet sich derselbe Vorgang, den wir Mondfinsternis nennen. Solche Sonnen- und Mondfinsternisse auf Jupiter sind aber sehr häufig, denn erstens sind es der Monde viele, und zweitens bewegen sie sich viel schneller um den Planeten herum, als sich der Erdmond um die Erde schwingt; der eine Mond z. B. schon in einem Tag und 18½ Stunden!

Man ist nun imstande, diese *Verfinsterungen usw. der Jupitermonde*, von denen in einem Tage meist mehrere statthaben, bis auf die Minute und Sekunde genau jahrelang vorauszuberechnen. So findet man in den von den Sternwarten herausgegebenen Astronomischen Jahrbüchern die Stellungen der vier großen Jupitermonde für eine bestimmte

Stunde eines jeden Tages vorausberechnet und bildlich in Tafeln angegeben, wie es Abb. 208 veranschaulicht. Ebenso sind die Verfinsterungen für das ganze Jahr vorausberechnet, und zwar aus sehr praktischen und nützlichen Erwägungen! Diese fernen Jupitermonde können unter Umständen zu Lebensrettern werden; dann nämlich, wenn sich mit ihrer Hilfe ein vom Sturm verschlagenes Schiff wieder auf die richtige Bahn finden kann, Klippen usw. auszuweichen vermag. Für ein verschlagenes Schiff kommt es — wie im Kapitel „Was uns die Sterne nützen" auseinandergesetzt wurde — vor allen Dingen darauf an, festzustellen, wo es sich eigentlich befindet, erstens um vielleicht in der Nähe befindlichen gefährlichen Hindernissen aus dem Wege gehen zu können, zweitens um den alten Kurs wiederzufinden. So gilt es vor allem, durch Beobachtung der Gestirne den Erdort genau zu bestimmen. Zu dem Zwecke führen alle Seefahrer astronomische Instrumente mit, um aus den Stellungen von Sonne, Mond und Sternen nach den Angaben des Jahrbuchs die momentane geographische Länge und Breite ihres Schiffes zu berechnen.

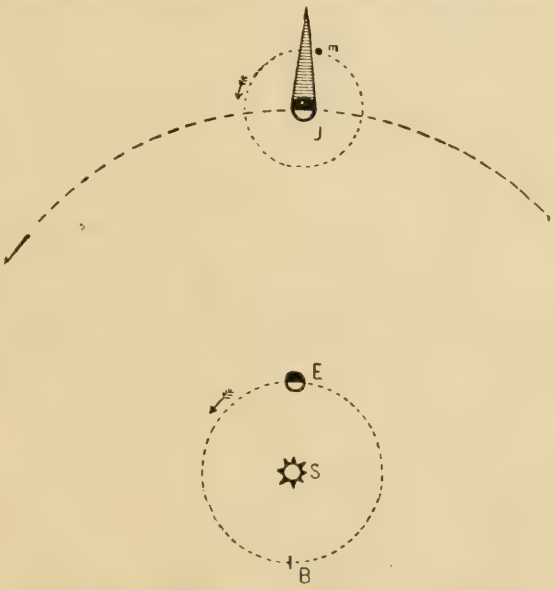


Abb. 209. Messung der Lichtgeschwindigkeit

Zur Bestimmung der geographischen Länge nun bedient man sich mit Vorliebe der Erscheinungen an den Jupitermonden. Der Seemann beobachtet z. B. die Verfinsterung eines Jupitermondes, stellt den Moment der Verfinsterung mit Hilfe einer guten Uhr genau fest, vergleicht das mit der Vorausberechnung der Finsternis im Astronomischen Jahrbuch, findet damit den Zeitunterschied zwischen seinem Ort und der Greenwicher Sternwarte und kommt schließlich mit Hilfe einer kleinen Rechnung auf die gewünschte geographische Länge seines Schiffes.

Es ist sonderbar und in hohem Maße interessant, wie die Wissenschaft die fernliegendsten Dinge miteinander verknüpft, wie die Kunst des Astronomen aus diesen kleinen Sternchen, die eine ferne Erde umkreisen, Wegweiser schuf für die in der Wasserwüste des Ozeans Umherirrenden.

Aber diese Monde des Jupiter gaben uns auch Antwort auf eine Frage von hohem Interesse, nämlich auf die nach der Geschwindigkeit des

Lichtes. Die Lichtstrahlen breiten sich ja mit so ungeheurer Geschwindigkeit aus, daß wir überhaupt dieses Forteilen des Lichtes nicht verfolgen können. In dem Augenblick, in dem ein Licht entzündet, etwa ein Scheinwerfer auf einem Berggipfel entflammt wird, sieht man auch das Licht bis in die fernsten Gegenden gleichzeitig. Es macht gar keinen Unterschied, ob ein Beobachter eine Meile oder zehn entfernt ist, er sieht das Licht ebenso schnell, als es jemand sieht, der dicht neben dem Scheinwerfer steht. Auf der Erde sind alle Entfernungen viel zu klein, um direkt einen

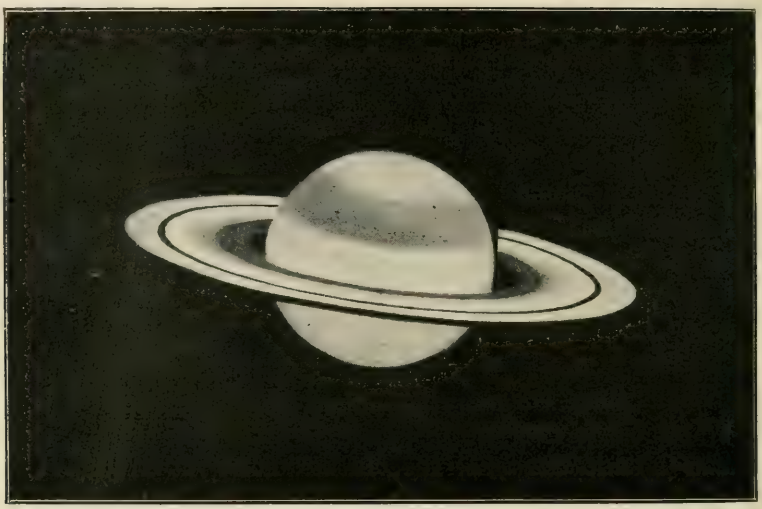


Abb. 210. Planet Saturn
Nach einer Zeichnung von E. E. Barnard

Zeitunterschied zwischen dem Aufblitzen des entferntesten Lichtes und seiner Wahrnehmung hier konstatieren zu können. So glaubte man denn früher, die Geschwindigkeit, mit der sich die Lichtstrahlen im Raume ausbreiten, sei unendlich groß. Nur ein Ereignis im Himmelsraume mit seinen ungeheuren Entfernungen konnte eventuell Aufschlüsse über die Schnelligkeit, mit der sich das Licht fortpflanzt, geben, und in der Tat machte der Astronom Olaf Römer im Jahre 1675 an den Jupitermonden eine Beobachtung, die ein Mittel bot, die Lichtgeschwindigkeit festzustellen. Römer hatte die Wiederkehr der Verfinsterungen der Jupitermonde von Tag zu Tag voraus berechnet. Die Verfinsterungen trafen anfangs auch pünktlich zur vorausberechneten Zeit ein. Es zeigte sich aber nach einem halben Jahr, daß die damals berechneten Finsternisse der Monde jetzt 16½ Minuten später eintrafen. Olaf Römer fand nach vielem Nachdenken den wahren Grund der Erscheinung. Während dieses halben Jahres war die Erde bei ihrem Lauf um die Sonne immer weiter vom Jupiter fortgewandert, so daß sie nun 300 Millionen Kilometer oder 40 Millionen Meilen weiter von

jenem Planeten abstand als damals. Die vom Jupiter ausgehenden Lichtstrahlen, die uns doch die Kunde von den Verfinsterungen der Monde überbringen, hatten also jetzt eine 300 Millionen Kilometer *längere* Strecke zurückzulegen; dazu brauchten sie aber auch *mehr Zeit*, und zwar, wie sich zeigte, 16½ Minuten mehr als damals, wo die Erde dem Jupiter näher stand. Unsere kleine Skizze Abb. 209 zeigt die Verhältnisse noch deutlicher: hier ist S die Sonne, E die Erde in ihrer Bahn, J der Jupiter, der hinter sich einen Schatten wirft, in den bei m eben ein kleiner Mond eintreten will, der sich in der punktierten Bahn um den Planeten herumbewegt. Als Römer seine Berechnungen machte, stand die Erde bei E, nach einem halben Jahre aber stand sie im Punkte B ihrer Bahn, also um den ganzen Durchmesser der Erdbahn (300 Millionen Kilometer) weiter von jenem Stern entfernt. Damals handelte es sich um die Strecke m E, jetzt um die Strecke m B. Da nun die Lichtstrahlen 16 Minuten und 36 Sekunden brauchten, um die Mehrstrecke E B zu durcheilen, die 300 Millionen Kilometer lang ist, so legt das Licht in jeder Sekunde rund 300 000 Kilometer oder 40 000 Meilen zurück, ein Wert, der später auch durch physikalische Experimente ermittelt wurde. — So haben uns die fernen Monde eines anderen Planeten ein für unlösbar gehaltenes Problem lösen helfen.

Von den interessanten vier großen Monden Jupiters seien hier einige Daten gegeben:

Mond	Durchmesser in Kilometern	Entfernung vom Mittelpunkte Jupiters in Kilometern	Umlaufszeit um Jupiter
I.	3814	420 000	1 Tag 18 Stunden 27½ Minuten
II.	3413	669 000	3 Tage 13 „ 13¾ „
III.	5580	1 067 000	7 „ 3 „ 42½ „
IV.	4770	1 877 000	16 „ 16 „ 32⅙ „

Wir sehen, daß diese Monde mit Ausnahme des zweiten, der dem Erdmond an Größe fast gleichkommt, weitaus größer sind als der Trabant der Erde. Die neuerdings entdeckten Monde sind winzige Körper von 50 bis 150 Kilometer Durchmesser. Der achte Mond steht fast 3 Millionen Meilen vom Jupiter ab und braucht etwa 2½ Jahre zu einer Umwanderung seines Planeten. Jupiter hat ein mächtiges Reich, er bildet fast selbst ein kleines Sonnensystem mit den neun um ihn schwingenden Trabanten.

* * *

Zwischen der Bahn des Jupiter und der des Saturn liegt eine gewaltige Strecke, nämlich 650 Millionen Kilometer (Abb. 121). 1425 Millionen Kilometer jenseits der Sonne zieht also dieser ferne Weltball seinen Kreis. Er hält sich in einer Entfernung vom Zentralgestirn, die der Eilzug erst in 1800 Jahren durchwandern könnte. Wir sahen eben, daß sich das Licht

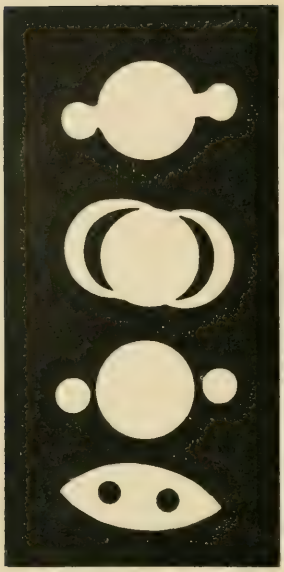


Abb. 211. Darstellung der Gestalt des Planeten Saturn
kurz nach der Erfindung des Fernrohres

außerordentlich schnell fortpflanzt, es durchläuft in der Sekunde einen Weg von 40 000 Meilen. Würde man also plötzlich die Sonne vom Himmel fortnehmen, so würden wir Erdbewohner dieselbe noch 8 Minuten 20 Sekunden lang sehen, denn so lange währt es, bis der letzte Lichtstrahl die Ätherbrücke zwischen Erde und Sonne überschritten hat. Ein Saturnbewohner hingegen würde erst nach fünfviertel Stunden das Tagesgestirn verlöschen sehen, weil das Licht diese Zeit braucht, um von der Sonne zum Saturn zu kommen.

Nicht weniger als 29½ Jahre braucht der Saturn, um einmal seine lange Bahn zu durchlaufen. Langsam zieht er, der alte Gott der Zeit, den die Alten als Greis mit Sense und Sanduhr darstellten, am Himmel entlang, und wir finden ihn im nächsten Jahre nicht viel weiter von seinem derzeitigen Ort entfernt. Auch er ist der Erde bedeutend an Größe überlegen (Abb. 4), denn der Durchmesser seiner Kugel beträgt 122 000 Kilometer, während der Erddurchmesser bekantlich nur 12 756 Kilometer mißt. 750 Erden könnte man aus dem Saturn bilden. Noch viel bedeutender als beim Jupiter ist beim Saturn die Abplattung der Kugel. Dieser Planet neigt ganz bedenklich der Eiform zu, denn seine Polarachse ist um 14 000 Kilometer kleiner als die oben erwähnte Äquatorachse. Es muß dies zu seltsamen Gewichtsunterschieden Veranlassung geben, denn wir wissen, daß auch bei uns auf der Erde infolge der Abplattung ein Gegenstand am Pol schwerer ist als am Äquator. Am Äquator des Saturn werden wegen der enormen Abplattung alle Gegenstände ganz bedeutend leichter sein als an den Polen. Wer am Äquator des Planeten bei einem Kaufmann einen Zentner Ware erstände, würde beim Nachwiegen in den Polargegenden erheblich höheres Gewicht finden.

Durch ein Fernrohr betrachtet, bietet uns nun dieser ferne Bruder der Erde einen ganz sonderbaren Anblick (vergl. Abb. 210). Es ist mehr als einmal vorgekommen, daß Leute, die allerdings nie ein astronomisches Buch gelesen oder durch ein Fernrohr nach den Sternen geschaut hatten und denen der Verfasser durch ein großes Fernrohr den Saturn zeigte, das seltsame Gebilde, das sie dort sahen, für „Humbug" hielten. „Es ist ganz und gar unglaublich" — sagten sie —, „daß das, was wir hier durch die lange Himmelskanone sehen, jener kleine „strahlige" Stern ist, der dort am Himmel

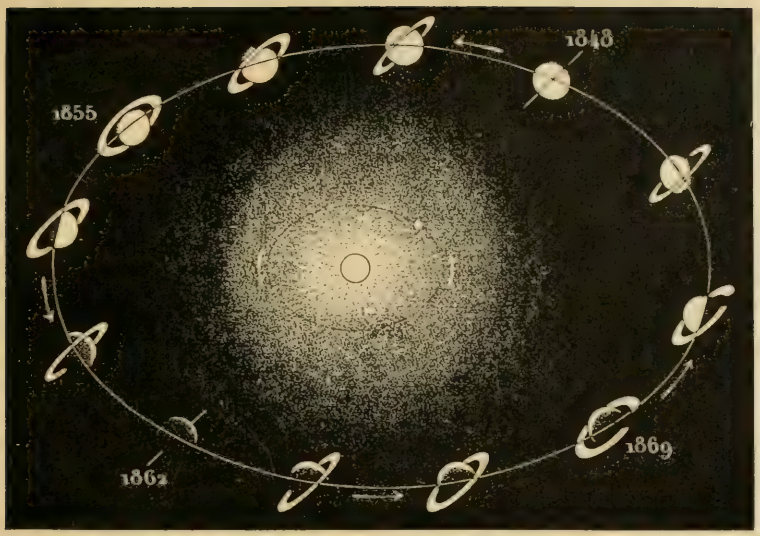


Abb. 212. Entstehung der Saturnphasen

steht". — In der Tat ist der Anblick ein seltsamer; ein schön geformter Ring, der so exakt ausschaut, als ob ihn eben ein Goldarbeiter um die Saturnkugel gelegt hätte, schwebt frei und frank um den gigantischen Ball. Diese wunderbare Gestalt steht einzig da; bisher hat man noch kein Objekt am Himmel gefunden, das dem Saturn ähnelt, man müßte denn einige Nebelgebilde, die in den fernsten Tiefen des Universums schweben und in ihren Umrissen dem Saturn ähneln, in Betracht ziehen. Mit unseren heutigen vollkommenen Instrumenten erkennen wir ja sehr leicht diese Eigentümlichkeit der Saturnwelt; versetzen wir uns aber einmal zurück in die Zeit Galileis, als das Fernrohr noch ganz und gar unvollkommen war. Damals zerbrachen sich die Sternkundigen ihre gelehrten Köpfe ob des sonderbaren Planeten. So schrieb Galilei an einen Gesandten des Kaisers von Österreich am 13. November 1610: „Wenn ich den Saturn mit einem Fernrohr von mehr als 30facher Vergrößerung beobachte, so erscheint er dreifach; in der Mitte steht der größte Stern; die beiden anderen liegen, der eine westlich, der andere östlich, auf einer Linie und scheinen den Zentralstern zu berühren. (Abb. 211.) Sie kommen mir vor wie zwei Diener, welche dem alten Saturn beistehen, seinen Weg zurückzulegen, und nicht von seiner Seite weichen."

Da die Erde sowie auch der Saturn nicht immer in derselben Ebene im Raum bleiben und die Erde bald in der Ebene des Ringes, bald über, bald unter dieser steht, so ändert sich der Anblick des Gebildes von Jahr zu Jahr, wie sich uns der Anblick eines Faßreifens ändert, den wir von verschiedenen Gesichtswinkeln betrachten. Dazu kommt, daß sich auch von der Erde aus gesehen die Beleuchtung der Planeten durch die Sonne

ändert und der Saturnring „Phasen" zeigt. (Abb. 212.) Dadurch wurde für die damaligen Astronomen die Sache immer rätselhafter und verwickelter. Der eine sah eine Kugel mit zwei Henkeln, der andere zu anderer Zeit nur eine gerade Stange durch die Kugel gespießt usw. (Abb. 211.) Erst im Jahre 1660 machte Huyghens dem Streit ein Ende, indem er die richtige Erklärung gab, daß ein freischwebender Ring die Kugel umgebe. Je nach Lage der Gesichtslinie zur Fläche des Ringes sehen wir diesen offener (Abb. 213) oder geschlossener (Abb. 210). Zuweilen stehen Saturn und Erde aber so, daß wir direkt auf die scharfe Kante des Ringes schauen, und dann sehen wir den Ring nur in Gestalt einer feinen Linie, wie es Abb. 214 erkennen läßt. Steht die Sonne dann noch so, daß sie die Ringkante nicht beleuchtet, so sehen wir keine Spur mehr von diesem Gebilde. 1675 entdeckte Cassini eine dunkle Trennungslinie auf dem Ringe (die auch unsere Bilder zeigen) und zeigte so, daß der Ring aus zwei in einander liegenden Ringen besteht. Heute kennt man fünf solcher Ringe; ja, es ist wahrscheinlich, daß noch viele solcher Trennungen bestehen, die unsere heutigen optischen Hilfsmittel noch nicht erkennen lassen. Die inneren der Kugel zunächstliegenden Teile des Ringsystems sind so fein und durchsichtig, daß man die kleinsten Sterne, über die der Planet bei seiner Wanderung am Himmel hinwegzieht, durchscheinen sieht; die Saturnkugel schimmert durch diesen Teil des Ringes hindurch.

Aus was besteht nun dieses interessante Ringgebilde? Durch rein mathematische Überlegungen ist man zu der Ansicht gelangt, daß der Ring — oder besser die Ringe — nicht aus einem Stück, aus einer festen, kompakten Masse bestehen können; die Gesetze der Mechanik lehren, daß ein solches wunderbares Gefüge durch die geringsten Störungen, die andere Weltkörper darauf ausüben, zertrümmert werden müßte. Neuerdings ist durch spektroskopische Untersuchungen die schon lange gehegte Vermutung, daß der Ring aus unzähligen Körperchen, aus einem Konglomerat von festen, kleinen Massen (nach Art der Meteorsteine) besteht, nahezu zur Gewißheit geworden.

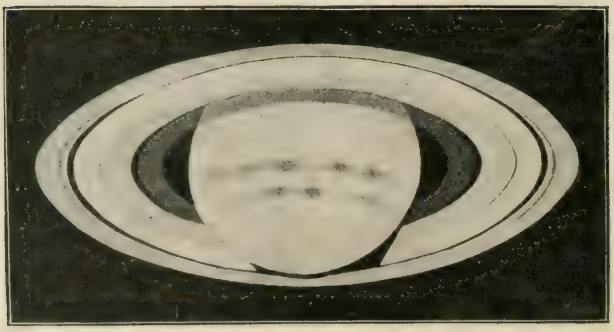


Abb. 213. Saturn mit starker Ringöffnung
Nach einer Beobachtung von J. Rheden, Wien 1898, Juni
Unten ist der Schatten der Saturnkugel auf den Ringen sichtbar

Bezüglich der Dimensionen des Ringes sei noch erwähnt, daß derselbe einen Gesamtdurchmesser von 278 000 Kilometern hat, also nahezu 21½ mal länger ist als der Erddurchmesser; die Dicke des Ringes ist hingegen sehr gering

und kann etwa 60 Kilometer betragen, seine Breite beläuft sich auf 65 000 Kilometer.

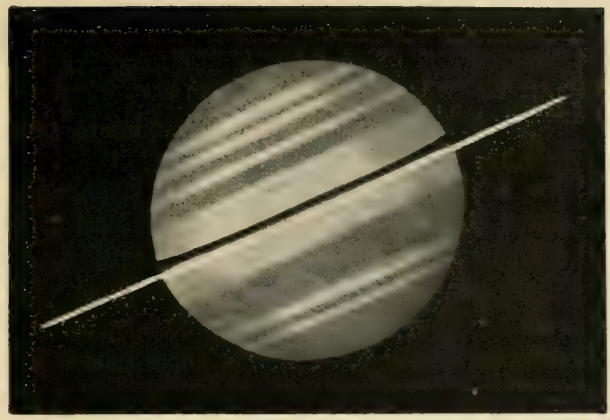


Abb. 214. Saturn im Jahre 1908
Vom Ring ist nur die Kante sichtbar

Zu diesem interessanten Beiwerk des Saturn gesellen sich nicht weniger als zehn Monde. Fürwahr eine wunderbare Welt! Wie seltsam muß der Anblick des Himmels auf jenem Stern sein, wo ewige tiefe Dämmerung herrscht, wo eine ungeheure Bogenbrücke das Firmament teilt und zehn Monde im steten Wechsel auf- und niedersteigen. Auch dieser Planet hat also eine große Anzahl kleinerer Himmelskörper um sich versammelt und bildet ein mächtiges Reich im Sonnenreiche. Nach ihrer Entfernung vom Saturn geordnet heißen die Monde: Mimas, Enceladus, Tethis, Dione, Rhea, Titan, Themis, Hyperion, Japetus und Phoebe. Ihre Abstände voneinander und von ihrem Planeten werden aus Abb. 215 deutlich, die die ungeheure Ausdehnung des Riesenreiches dieser Bruderwelt unserer Erde gut veranschaulicht. Zum Vergleich ist darunter die Erde mit ihrem Monde gezeichnet. Der fernste Saturnmond, „Phoebe", steht 13 Millionen Kilometer vom Saturn ab, und das Gestirn braucht 546 Tage, um einmal den Saturn zu umwandern. Ein Mond, der alle anderthalb Jahre einmal als Vollmond erscheint! Bis zum Jahre 1899 kannte man nur 8 Saturnmonde, die beiden anderen sind erst mit den mächtigen optischen Hilfsmitteln unserer Tage entdeckt worden.

Auch der Saturn zeigt im Fernrohr solche Wolkengürtel, wie wir sie auf dem Jupiter sehen, und auch er scheint noch keine feste Oberfläche zu besitzen. In der dichten Atmosphäre kann man zuweilen helle Flecke beobachten, die erkennen lassen, daß gewaltige Strömungen auch in der Lufthülle dieses Planeten vor sich gehen; die Beobachtung dieser Flecke zeigt auch, daß sich die Saturnkugel fast ebenso schnell dreht als die des Jupiter, so daß der Tag auf Saturn nur 10 Stunden und 15 Minuten lang ist. Auch dieser Planet ist eine unwirtliche Welt; die Sonne erwärmt ihn nur noch neunzigmal weniger als unsere Erde, und ein trübes Zwielicht ist sein hellster Tag. Die Phantasie eines englischen Romanschriftstellers hat diese seltsame Welt mit einem Geschlecht von riesenhaften Molchen bevölkert, die in dem trüben Dämmerlicht, auf dem Grunde des dicken und feuchtwarmen Luftmeeres ihr

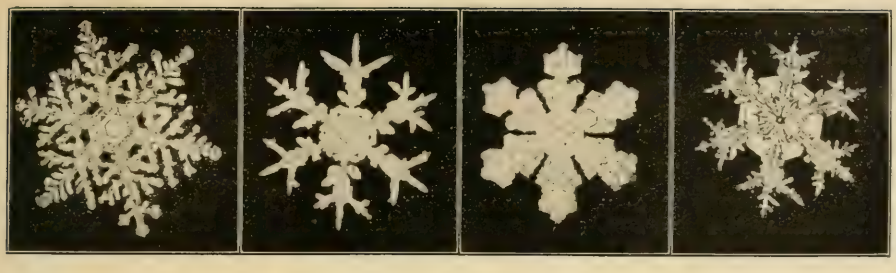
Abb. 215. Ausdehnung der Saturnwelt

Oben der Abstand der 10 Saturnmonde von ihrem Planeten, unten als Vergleich der Abstand des Mondes von der Erde. Der 10. Saturnmond ist 34mal weiter von seinem Planeten entfernt als der Erdmond von der Erde

Wesen treiben und sich in ewiger Sehnsucht nach elfenhaften Wesen verzehren, die auf dem Ringe des Planeten, der nur eine sehr dünne Atmosphäre haben soll, was die astronomischen Beobachtungen in der Tat bestätigen, ein lichteres Dasein führen. Eine Phantasie, aber zugleich auch eine nicht übel erfundene Charakterisierung der Verhältnisse in dieser fernen Provinz im Reiche der Sonne, die ihre Kinder so ungleich mit ihren Gaben bedenkt!

Abb. 216. Jupiterbewohner

Zeichnung Victorien Sardous bei einer spiritistischen Sitzung
Aus Flammarion, „Unbekannte Naturkräfte"



Vergrößerte Schneesternchen

„Was ist groß und was ist klein zu nennen, wenn wir einmal vom menschlichen Maßstabe, vom menschlichen Empfinden uns loslösen?! Das unfaßbar Große pflegen wir zu bewundern, weil es über unseren menschlichen Maßstab hinausgeht, über das Kleine, Unscheinbare aber nichtachtend hinwegzugehen, weil wir uns ihm schon durch unser körperliches Übergewicht ohne weiteres übergeordnet wähnen. Wie brutal aber ist doch diese Wertabschätzung, die uns noch wie aus den Zeiten des Faustrechtes anhaftet!"

M. Wilhelm Meyer.

Liliputaner-Welten

„Gullivers Reisen." Vom Leben und den Schwereverhältnissen auf anderen Sternen. Kleine Planeten. Eine Welt von 500 Meter Durchmesser. Der Stern der Liliputaner und Däumlinge. Rund um die Welt in einer halben Stunde. Allerlei Merkwürdigkeiten vom Stern der Däumlinge. Die Lücke zwischen Mars und Jupiter. Entdeckung der Ceres durch Piazzi. Auffindung der Pallas, Juno und Vesta. Alte und neue Methode des Aufsuchens kleiner Planeten. Wir kennen zurzeit 950 Planetoiden. Über die Entstehung des Planetoidenschwarmes. Welttrümmer. Lichtschwankungen und unregelmäßige Gestalt der Planetoiden. Der Planet Eros. Wahrscheinlichkeit anderer Planetoidengruppen. Von allerkleinsten Welten.

Früher, als das kleine Einmaleins noch meine größte Sorge war, als ich von Philosophie, Physik, Astronomie, Mathematik und all dem anderen „Teufelszeug" noch keine Ahnung hatte und die Schiefertafel, die Fibel und die Brotbüchse (besonders die letztere schien mir wichtig!) mein einziges Handwerkszeug bildeten, da war noch die schöne, die goldene Zeit! Und ich erinnere mich, in jener Zeit ein Buch besessen zu haben, dem keines auf dem Erdenrund an Schönheit glich. Könnte ich es noch einmal so lesen, wie ich es damals las, alle meine hundert gelehrten Schmöker gäb' ich darum. „Gullivers Reisen" hieß dieses Buch, hatte einen bunten Deckel und bunte Bilder und handelte von einem Manne, der ein Land bereist, in dem die Leute nicht größer waren als ein Finger. Liliput hieß das Land, und die Leute Liliputaner. Später hörte ich dann zu meiner bittersten Enttäuschung, daß es auf Erden nirgends ein solches Land gebe, daß aber auf den Sternen auch Leute hausen, und die Liliputaner wahrscheinlich auf einem schönen Stern heimatberechtigt seien.

Inzwischen habe ich ja nun auch einiges von den Sternen in Erfahrung gebracht und manche liebe Nacht ihren leuchtenden Rätseln nachgespürt und muß gestehen, daß man mich abermals getäuscht hat, denn über die Bewohntheit der Sterne wissen wir absolut nichts weiter zu sagen, als daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß Sterne existieren, die höher entwickelten Geschöpfen, menschenähnlichen Wesen als Wohnsitz dienen können. Schließlich kennen wir überhaupt nur einen einzigen Stern unter all den Millionen, die wir am Himmel sehen, von dem wir sagen können, er sei wahrscheinlich bewohnt. Das ist der Planet Mars mit seinen Spuren von Schnee und Eis, Wasser und Land, Wolken und Regenfällen, Zeichen von Vegetation, und seinen seltsamen „Kanälen".

Eins aber ist ganz evident! Genau so wie wir, werden die Menschen anderer Himmelskörper kaum beschaffen sein, da auch die Verhältnisse auf anderen Himmelskörpern andere sind. Zweifellos werden auf dem „Merkur", der der Sonne sehr nahe steht, und wo es etwa siebenmal heller ist als auf der Erde, die Leute ganz andere Sehorgane haben müssen, als etwa jene, die auf dem „Neptun" leben, dem sonnenfernsten aller Planeten, wo die Sonne neunhundertmal weniger hell scheint als hier auf Erden. Freilich, höchstwahrscheinlich existieren weder hier noch dort menschenähnliche Wesen.

Auf der Sonne wiegt ein Gegenstand, der hier bei uns 1 Kilo schwer ist, 27 Kilo. Auf dem Monde würde derselbe Gegenstand nur ein sechstel Kilo wiegen. Ganz abgesehen davon, daß die Sonne ein glühender Ball ist, auf dem überhaupt nichts Organisches bestehen kann, würde ein Mensch von unserer Konstitution sofort auf der Sonne infolge seines ganzen Knochenbaues zusammenbrechen, denn er wiegt ja auf der Sonne rund 4000 Pfund! Nicht einen Arm vermöchte er dort zu heben, geschweige denn einherzuspazieren! Ganz anders auf dem Monde. Hier wiegt derselbe Mensch (150 Pfund sei sein irdisches Gewicht!) nur 25 Pfund. Er vermöchte dort mit derselben Leichtigkeit zentnerschwere Steine zu schleudern, mit der er hier einige Kilogramm fortwirft, und ein Akrobat, der hier zwei Meter hoch springt, würde auf dem Monde etwa 12 Meter hoch zu springen vermögen. Das Laufen würde uns also auf diesem Himmelskörper außerordentlich leicht ankommen, da wir bei derselben Kraft nur die Schwere eines Kindes hätten.

Ähnliche Beispiele ließen sich in Menge vorbringen, und sie sollen zeigen, daß die Bewohner anderer Welten offenbar den Verhältnissen entsprechende Organe, Körperbeschaffenheit und Kraft aufzuweisen haben werden, denn es ist von der Natur, die ja überall so außerordentlich praktisch zu Werke geht, höchstwahrscheinlich bei der Erschaffung der Lebewesen Rücksicht genommen worden auf die physikalischen Verhältnisse der betreffenden Welten. Ich kann mir z. B. nicht denken, daß auf einem Planeten, der nur einen Kilometer Durchmesser hat, solche 150 Meter hohe Wellingtonien wachsen, wie wir sie in Kalifornien antreffen. Derartig kleine Planeten gibt es nun

aber in der Tat. Man hat in letzter Zeit kleine Planeten entdeckt, die zweitausend, tausend, ja nur einige hundert Meter Durchmesser haben. Das allerkleinste bis jetzt bekannte Weltkörperchen ist aber der vom verstorbenen Direktor der Lick-Sternwarte in Amerika, James E. Keeler, im Sommer 1900 aufgefundene Planet. Er hat einen Durchmesser von etwa einem halben Kilometer.

Eine Welt, eine Erde von 500 Meter Durchmesser! Ist das der Stern der Liliputaner? Lebt hier das Geschlecht der Däumlinge, zu denen einst jener Gulliver in meinem Märchenbuch verschlagen wurde. In der Tat, wir können es uns gar nicht gut anders vorstellen, als daß ein solches kleines Felstrümmerchen, das vielleicht irgendeine Katastrophe zu einem selbständigen Weltkörper gemacht hat, wenn es überhaupt bewohnt ist, solchen Miniaturwesen als Heimat dient. Dieses Sternlein, das wir gerade in den Raum zwischen Dom und Opernhaus in Berlin hineinstellen könnten, das noch nicht einmal halb so hoch ist wie der Brocken im Harz, käme schon bedenklich aus dem Gleichgewicht, wenn wir auf ihm ein modernes Wohnhaus errichten würden, und wenn sich auf ihm ein Armeekorps Soldaten fortbewegte, so könnte eine solche Lageveränderung und -Verschiebung einer schweren Masse das ganze Liliputanersternlein in Unordnung bringen, so daß es ins Schwanken geräte und Neigung hätte, Oben und Unten zu vertauschen.

Da die Oberfläche dieser „Welt" nur 785 000 Quadratmeter groß ist, so könnte nur ein großes Rittergut auf ihm ein Unterkommen finden. Nur der dritte Teil des Berliner Tiergartens fände auf jener kleinen Erde Platz. Eine „Reise um die Welt" wäre dort gerade ein angenehmer kleiner Spaziergang, denn da der Planet nur anderthalb Kilometer Umfang hat, so umwandert ihn ein Fußgänger in etwa einer halben Stunde. Die Anlegung von Straßenbahnen wäre nicht lukrativ, denn vom Nordpol bis zum Südpol dieser Welt hätte eine Eisenbahn nur 2—3 Minuten zu fahren.

Wie man leicht berechnen kann, ist auf der Oberfläche jenes Sternchens jeder Gegenstand 13 000 mal leichter als auf Erden, denn die Schwere der Körper ist ja abhängig von der Anziehungskraft des Weltkörpers, auf dem sie sich befinden. Je kleiner resp. leichter der Weltkörper aber selbst ist, je weniger stark ist auch die Anziehungskraft, die er auf alle Gegenstände, die sich auf seiner Oberfläche befinden, ausübt. Ein Stein also, der hier einen Zentner wiegt, hat auf jener kleinen Welt der Liliputaner ein Gewicht von etwa 4 Gramm, und ein normaler erwachsener Mensch hätte dort ein so außerordentlich geringes Gewicht, daß erst zehn Personen zusammen so viel wiegen, wie hier bei uns ein Hühnerei! Es wäre also für Menschen unseres Schlages außerordentlich schwer, dort zu laufen; bei jedem Schritt, der ja für die Verhältnisse jener Welt viel zu kräftig und ungestüm wäre, würden wir Gefahr laufen, wie ein Vogel hoch in die Luft zu fliegen. Aber Schaden würden wir dabei kaum nehmen, denn wir fielen nicht in der Weise

zur Erde nieder wie hier bei uns, sondern schwebten langsamer als bei Windstille ein Flaumfederchen zu Boden. — Auch eine Folge der geringen Anziehungskraft jener Welt!

Feuerte dort die Artillerie ein Geschoß ab, es fiele gar nicht mehr auf den Weltkörper nieder, sondern verlöre sich im Weltenraum oder umkreiste den kleinen Planeten beständig als ein winziger Mond.

Wir sehen, dieser kleine Stern wäre nicht geeignet, Menschen von unserer Konstitution als Wohnsitz zu dienen, von denen er auch nur sehr wenige zu ernähren vermöchte. Die Frage, ob diese Sterne wirklich bewohnt oder bewohnbar sind, ist ja schließlich eine müßige, die mit der Astronomie streng genommen nichts zu tun hat, wenngleich sie im großen Publikum von jeher Interesse gefunden hat. Jedenfalls aber sind wir geneigt anzunehmen, daß nur ein Geschlecht von Liliputanern zu einer solchen Liliputanerwelt passen würde. Schließlich ist ja der Gedanke so kraus nicht, wenn wir daran denken, welche wunderbaren, geradezu verblüffenden Einrichtungen nach neuesten Forschungen jene Liliputanervölkchen der Erde: die Ameisen und Bienen in ihren Staaten haben. Vielleicht haben sie ebenso ihre Gedanken und Auffassungen über die Welt, wie der Mensch, der König der Erde.

Dieses interessante Liliputanersternlein, von dem hier die Rede war, kreist mit vielen anderen ähnlichen in dem zwischen den Planeten Mars und Jupiter gelegenen Raum um die Sonne. Bis zum Jahre 1801 wußte man nichts von der Existenz dieser eigenartigen Weltkörper. Schon lange aber war den Astronomen die große Lücke im Sonnensystem zwischen Mars und Jupiter aufgefallen (Abb. 120). Merkur ist von der Sonne rund 60 Millionen Kilometer entfernt, Venus vom Merkur 50 Millionen Kilometer; zwischen Venus und Erde liegen 40 Millionen Kilometer, zwischen Erde und Mars 80 Millionen Kilometer, aber zwischen den Planeten Mars und Jupiter liegt die gewaltige Strecke von 550 Millionen Kilometern. Dieser breite leere Raum im Sonnensystem fiel bereits Kepler auf, der in seinem 1596 erschienenen Werk „Mysterium Cosmographicum“ die Vermutung ausspricht, daß sich in diesem Raum offenbar ein noch unentdeckter Planet bewegt. „Ich bin so kühn“, sagt er, „und setze zwischen Mars und Jupiter einen neuen Planeten!“ Später hatte der Astronom Bode gezeigt, daß ein ganz bestimmtes, durch eine gesetzmäßig steigende Zahlenreihe darzustellendes Entfernungsverhältnis zwischen den Abständen der Planeten herrscht und daß nach dieser Zahlenreihe, der sogenannten „Bodeschen Reihe“, zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter, etwa 400 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt, noch ein Planet kreisen müsse. Gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurde daher von den Astronomen fleißig Umschau nach diesem Gestirn gehalten, und unter der Leitung des Astronomen Zach bildete sich sogar eine astronomische Vereinigung, die es sich zur Aufgabe stellte, systematisch eine bestimmte Partie

Abb. 217. Gedenkblatt zur Entdeckung des Planetoiden Ceres durch Piazzi

des Himmels, die das Gestirn, wenn es die Sonne umwanderte, unbedingt einmal passieren mußte, zu beobachten.

Zu jener Zeit arbeitete der Astronom Piazzi in Palermo an einer großen Sternkarte. Er durchmusterte den Himmel mit einem Fernrohr genau und trug alle Sterne, die er auffand, in Karten ein. In der Neujahrsnacht von 1801 bemerkte er im Sternbilde des Stiers ein Sternlein 8. Größe, das seinen Ort langsam veränderte. Es konnte sich nur um einen Planeten oder weit entfernten Kometen handeln. Ohne zunächst der astronomischen Welt von seinem Funde Mitteilung zu machen, beobachtete Piazzi das Gestirn einige Wochen lang und kam immer mehr zu der Ansicht, daß ein noch unentdeckter Planet in ihm gefunden sei. Endlich machte er seine Entdeckung bekannt, aber inzwischen war das kleine Sternlein so nahe an die Sonne gerückt, daß es in deren hellen Strahlen verschwand. Wegen der Kriegsunruhen trafen die Briefe an hervorragende deutsche Mathematiker jener Zeit sehr verspätet ein, und das Gestirn war wieder verlorengegangen. Es in dem Gewühl der Millionen kleiner Sternchen wiederzufinden, schien fast aussichtslos. Dennoch gelang es dem mathematischen Genie des großen Gauß, aus den sehr mangelhaften Beobachtungen Piazzis die Bahn des Gestirns zu bestimmen. Er erkannte, daß man es hier mit dem lange gesuchten Planeten zwischen Mars und Jupiter zu tun habe. Auf Grund dieser Bahnberechnung fand Olbers den kleinen Planeten merkwürdigerweise wieder in der Neujahrsnacht des Jahres 1802 auf. Das neue Gestirn wurde „Ceres" genannt, und speziell von Olbers aufmerksam verfolgt. Dabei fand der Genannte am 28. März 1802 abermals einen neuen Planeten, der

gleichfalls in dem Raum zwischen Mars und Jupiter um die Sonne wanderte und der den Namen „Pallas" erhielt. 1804 entdeckte Harding wiederum einen kleinen Planeten, die „Juno", und drei Jahre später gelang es abermals Olbers, einen vierten Planeten dieser Gruppe, die „Vesta", im Sternbilde der Jungfrau aufzufinden.

Die Kleinheit dieser Planeten, die sich nur als winzige Sternlein präsentierten und von den bisher bekannten Planeten viel tausendmal an

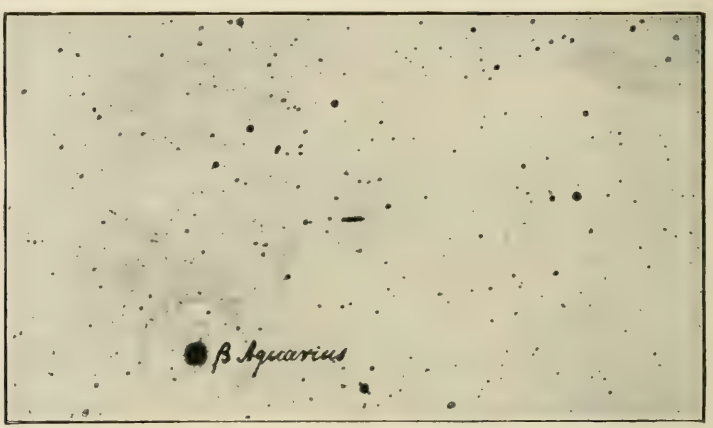


Abb. 218. Planetoid Eros

Kopie der Originalplatte, auf der der Planetoid „Eros" von G. Witt in Berlin 1898 entdeckt wurde. Der Strich in der Mitte des Bildes ist der Planet

Größe übertroffen wurden, hatte bald auf die Vermutung geführt, daß man es hier gar nicht mit Weltkugeln nach Art der großen, die Sonne umkreisenden Gestirne zu tun habe, sondern höchstwahrscheinlich mit Trümmern eines einzelnen großen Planeten, der durch irgendein weit zurückliegendes Ereignis zersplittert worden sei. War dem so, dann konnte die Zahl der kleinen Körperchen in jenem Raum sehr groß sein, und es war notwendig, genaue Sternkarten mit den kleinsten Sternen herzustellen, um durch Vergleich mit dem Himmel konstatieren zu können, ob und wo sich in dem Gewimmel kleine Planeten verbargen. Auf diese Weise gelang es denn in der Tat, eine große Anzahl solcher Gestirne aufzufinden. Manche Astronomen waren darin so erfolgreich, daß man sie scherzhaft Planetenjäger genannt hat. Etwa 950 kleine Planeten hat man bis jetzt in dieser Gruppe gefunden, Palisa in Wien, Charlois in Nizza und vor allem Wolf in Heidelberg sind als die erfolgreichsten Planetenentdecker zu nennen; sie haben Dutzende dieser Miniatur-Erden aufgefunden. Es ist natürlich außerordentlich schwer, sozusagen im Wüstensande der Millionen kleiner Sternlein des Himmels die Goldkörner der Planeten zu finden. Oft sind mehrere hundert Sterne dieser Art im Gesichtsfelde des Fernrohres; der Abstand aller dieser Sterne

voneinander müßte genau gemessen werden, die Messung müßte nach einigen Stunden wiederholt werden, um so vielleicht einen kleinen Planeten, der sich in diesem Gewirr verborgen hielt, zu finden. Das ist eine außerordentlich mühevolle und zeitraubende Arbeit. Neuerdings wendet man daher eine bequemere Methode an, die photographische. Da die Fixsterne unverändert still stehen, während die Planeten langsam am Himmel weiterwandern, so zeichnen sich die Fixsterne, wenn man eine solche Partie des Himmels photographiert, als Punkte auf die Platte auf, während die Planeten, die während des stundenlangen Exponierens ein Stück Weges weitergelaufen sind, diesen Weg in Gestalt eines Striches auf der photographischen Platte markieren (Abb. 218). Man verfährt also einfach so, daß man eine Himmelsaufnahme macht und nachher mit Hilfe einer Lupe sorgfältig die Platte nach solchen kleinen Strichen untersucht. Dieses Verfahren ist besonders von Wolf in Heidelberg ausgebaut worden, der mit Hilfe der Photographie alljährlich eine ganze Anzahl kleiner Planeten entdeckt.

Man nennt diese zwischen Mars und Jupiter um die Sonne wandernden kleinen Geschwister der Erde „Asteroiden" oder „Planetoiden" (so viel wie „kleine Sterne", „kleine Planeten"). Der Hauptschwarm ist 300 bis 600 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt, und die Körperchen brauchen zu einem Umlauf um die Sonne 2½ bis 9 Jahre, je nachdem, ob sie dem Mars oder dem Jupiter näher stehen. Auf Abb. 120 ist die Gruppe der Planetoiden durch einen punktierten Ring markiert. Könnte man alle bis jetzt aufgefundenen 950 Planetoiden zu einem einzigen Körper zusammenschweißen, so wäre dieser immer noch zwanzigmal kleiner als die Erde. Es ist naturgemäß, daß man die größeren unter diesen Liliputanerwelten zuerst auffand, da sie sich eben durch eine größere Helligkeit auszeichnen. Ceres, Pallas, Juno und Vesta sind in der Tat ganz überwiegend viel größer als das Gros der Planetoiden, aber selbst die Ceres, der größte der Planetoiden, mit 770 Kilometer Durchmesser, ist gegenüber der Erde ein sehr kleines Sternlein. Auf Abb. 220

Abb. 219. Himmelsbewohner
Nach einem Holzschnitt des 16. Jahrhunderts

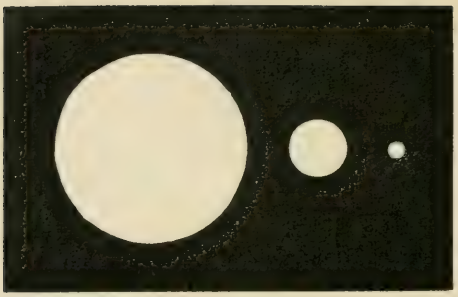


Abb. 220. Der größte Planetoid „Ceres“ im Verhältnis zur Größe der Erde und des Mondes dargestellt. Links Erde, Mitte Mond, rechts Ceres

sind Erde, Mond und Ceres im richtigen Größenverhältnis zueinander abgebildet. Die Körper von einiger Größe sind heute wohl alle bekannt; neuerdings entdeckt man nur noch Planetoiden von wenigen Kilometern Durchmesser, und es ist sehr wahrscheinlich, daß uns die größte Zahl der Miniaturweltkörper, die vielleicht nur Trümmerchen von wenigen hundert Metern Durchmesser oder darunter darstellen, immer verborgen bleiben wird, da sie kein Fernrohr und keine photographische Kamera mehr zu zeigen imstande ist.

Die Frage, wie dieser Riesenschwarm allerkleinster Planetchen entstanden ist, ist noch immer nicht mit einiger Sicherheit zu beantworten. Mehrfach ist die Vermutung ausgesprochen worden, daß früher ein einziger großer Körper, eben die Gesamtzahl der heute vorhandenen Planetoiden, jenseits des Mars kreiste und daß er durch einen Zusammenstoß mit irgendeinem Himmelskörper zertrümmert wurde. Wir wissen freilich, daß in unserem Planetensystem eine bewunderungswürdige Ordnung herrscht und man vermag nicht so recht einzusehen, welcher Art dieser Körper, der die Karambolage verursachte, gewesen sein soll. War es ein anderer Planet, der in der Nachbarschaft des ersten einherzog? War es ein Körper, der aus den Tiefen des Raumes kam und als Störenfried in unser Sonnensystem eindrang? Aber ein solcher Körper hätte auch auf die benachbarten Planeten einwirken müssen und zum mindesten Änderungen in ihren Bewegungen herbeigeführt. Näher liegt der Gedanke, daß sich zu jener Zeit, als sich aus den gasigen Massen die Erdkugeln bildeten, die Materie, die im Raum zwischen Mars und Jupiter sich befand, ebenfalls durch ein besonderes Ereignis in ihrem Zusammenhang gestört wurde, in einzelne kleine Massenanhäufungen zerfiel, aus denen sich viele einzelne kleine Körperchen formten. Andernfalls zeigen die Körperchen wieder gewisse Eigentümlichkeiten, die den Gedanken, wir hätten es in den Planetoiden mit Welttrümmern zu tun, wesentlich unterstützen. Viele dieser Sternlein zeigen nämlich bedeutende Helligkeitsschwankungen, die sich kaum anders erklären lassen, als daß wir es hier mit unregelmäßig geformten Körpern zu tun haben, die sich um ihre Achse drehen und uns bald ihre größere, bald ihre kleinere Seite zuwenden. Ein Körper von der in Abb. 221 links dargestellten Gestalt muß, wenn er fern von uns im Raum steht und sich, von der Sonne erhellt, um seine Achse dreht, sehr verschieden hell erscheinen. Wendet er uns seine Breitseite zu, so wie es in

der Abbildung links dargestellt ist, so sehen wir ihn in größter Ausdehnung, sehen ihn am hellsten. Nach einiger Zeit wird aber die spitze Seite auf uns gerichtet sein, wie es in der Skizze rechts angedeutet ist, und dann sehen wir den Körper beträchtlich kleiner, also weniger hell. Die Lichtschwankungen einiger Planetoiden sind sehr regelmäßig, dauern eine ganz bestimmte Zeit und kehren in regelmäßigen Zwischenräumen wieder; ohne Zweifel drehen sich die Körper in dieser Zeit um ihre Achse. Ein regulär entstandener Weltkörper hat aber, wie wir an den anderen Planeten, wie wir an den Monden und an der Sonne erkennen können, eine kugelförmige Gestalt, und so deuten also die Lichtschwankungen der kleinen Planeten darauf hin, daß der Gedanke, sie seien formlose Trümmer, nicht von der Hand zu weisen ist.

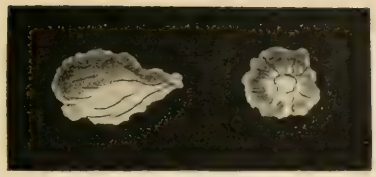


Abb. 221. Größen- resp. Helligkeitsänderung eines Weltkörpers von unregelmäßiger Gestalt

Ein Körper aus dem Schwarm der Planetoiden ist von ganz besonderem Interesse, ja er wurde anfangs von seinem Entdecker überhaupt nicht als zu jener Weltkörpergruppe gehörend betrachtet, und für das erste Glied eines neuen Schwarmes von kleinen Planeten zwischen der Erde und dem Mars gehalten. Dieser Stern wurde im Jahre 1898 von dem Astronomen Witt an der Urania-Sternwarte zu Berlin auf photographischem Wege aufgefunden und erhielt den Namen Eros (Abb. 218). Hier haben wir es mit einem kleinen Planeten zu tun, der den größten Teil seines Weges um die Sonne in dem zwischen Erde und Mars liegenden Raum zurücklegt und uns von allen Himmelskörpern (vom Monde abgesehen) am nächsten kommt. Bis auf 22 Millionen Kilometer nähert sich das Gestirn der Erde und erscheint dann trotz seiner Kleinheit (sein Durchmesser wird auf etwa 50 Kilometer geschätzt) als Stern sechster bis siebenter Größe, so daß es von Leuten mit guten Augen ohne Fernrohr erkannt werden kann. Auch bei Eros zeigen sich sehr deutlich die oben erwähnten Lichtschwankungen; sie lassen darauf schließen, daß sich das kleine Gestirn in 5¼ Stunden um seine Achse dreht und eine unregelmäßige Gestalt besitzt. Was diesen Planeten besonders wichtig macht für die astronomische Forschung, ist der Umstand, daß er sich uns so außerordentlich nähert und daher wie kein anderes Gestirn geeignet ist, zur Bestimmung der Sonnen-Entfernung zu dienen. Mit großer Genauigkeit läßt sich die Entfernung des Eros von der Erde messen, und diese Messung gibt wieder ein Mittel an die Hand, die Entfernung der Sonne viel schärfer, als dies bisher möglich war, zu bestimmen. Man hofft künftig der sehr kostspieligen Expeditionen zur Beobachtung der Venus-Durchgänge, die bisher das beste Mittel zur Bestimmung der Sonnenentfernung darstellten (siehe das Kapitel „Merkur und Venus"), entraten zu können.

Es scheint, als ob dieser merkwürdige kleine Planet keine Ausnahme im Sonnensystem darstellt, es gibt vielleicht sehr viele Planetoiden, die außerhalb des Hauptschwarmes dieser Körper (zwischen Mars und Jupiter) kreisen. So ist kürzlich ein kleiner Planet entdeckt worden, der sich zwischen Jupiter und dem nächsten Planeten, Saturn, bewegt. Einige Astronomen neigen der Ansicht zu, daß überall im Reiche der Sonne, überall zwischen den Bahnen der großen Planeten kleine Planetchen kreisen, ja die außerordentlich winzigen Monde, die sich den Planeten Mars, Jupiter und Saturn beigesellt haben und die erst in letzter Zeit mit den stärksten optischen Hilfsmitteln aufgefunden worden sind, können nach M. W. Meyer vielleicht früher solche kleinen Weltkörper gewesen sein, die dann in den Anziehungsbereich der betreffenden Planeten gelangten und von diesen festgehalten wurden. Aus dem freien kleinen Planeten, der in selbständiger Bahn um die Sonne zog, wurde ein Trabant, ein Vasall, der den großen Stern als Mond umkreisen muß. Wir sehen, auch im Himmelsraum gilt das Recht des Stärkeren. Uralte Überlieferungen mancher Völker und Stämme erwähnen, daß die Erde früher zwei Monde besessen hat, einen großen und einen kleinen. Da an solchen alten Berichten gewöhnlich etwas Wahres ist, so kommt man auf den Gedanken, daß auch die Erde früher einmal so einen kleinen Welttrümmer eingefangen haben mag, der vielleicht schließlich mit der Erde vereint wurde, auf sie niederstürzte.

Aber da kommen wir ins Reich des Unbeweisbaren, in die Werkstatt des Hypothesenschmiedes, wo leicht Wahres und Falsches zu einem scheinbar festen Gefüge zusammengeschweißt wird. Wir werden später noch sehen, daß es noch weitaus kleinere Weltkörperchen gibt, Weltsplitter von der Größe eines Feldsteines, den ein Kind fortzuschleudern vermag, und die zu Milliarden das Weltall durchziehen. Ihnen gegenüber ist das von Keeler entdeckte Sternlein, das wir anfangs besprachen, das wir die Welt der Liliputaner nannten, ein Riese. Die Begriffe „groß" und „klein" taugen nichts bei Betrachtungen über die Natur, wenn wir den auf menschliche Verhältnisse zugeschnittenen Maßstab des Alltäglichen verlassen. In einem Nadelöhr können Millionen Bakterien Unterkunft finden, und ich kann mir sehr wohl vorstellen, daß ein solches winziges Weltkörperchen von Faustgröße von Bakterien bewohnt ist. Für sie ist dieser durch die Sternenräume schwirrende Stein eine mächtige Erdkugel, und des Menschen Auge ist zu grob, um in all die tausend Feinheiten und Wunder, die eine solche Welt enthalten mag, einzudringen.

„Mit dem Genius steht die Natur in ewigem Bunde;
Was der eine verspricht, leistet die andre gewiß!"
Schiller.

An den Grenzen des Sonnenreiches

Saturn als Grenze des Sonnensystems bei den älteren Astronomen. Entdeckung des Planeten Uranus durch Herschel. Frühere Sichtbarkeit des neuen Planeten und die Kenntnis seiner Existenz bei den Otahaitiern. Entfernung, Größe und Umlaufszeit des Uranus. Von der Oberfläche dieses Planeten wissen wir nichts. Die Monde des Uranus und ihre merkwürdige Bewegung um den Planeten. Die Lage der Umdrehungsachse des Uranus. Von dem merkwürdigen Verlauf der Jahreszeiten auf diesem Planeten. Noch ein neuer Planet. Wie „Uranus" das Vorhandensein des „Neptun" verriet. Leverriers Entdeckung des Neptun auf rechnerischem Wege. Auffindung des Planeten durch Galle in Berlin. Die Entfernung des Neptun, seine Größe und sein Jahr. Der Neptunsmond. Gibt es noch Planeten jenseits der Neptunsbahn? Der hypothetische Planet „Vulkan".

Wie die Menschheit Jahrtausende gebraucht hat, um dieses kleine Erdenrund zu erforschen, wie kühne Pioniere immer weiter vordrangen nach allen Richtungen, allen möglichen abergläubischen Einwendungen und Bedenken zum Trotz, und wie erst vor vier Jahrhunderten jener mächtige Erdteil jenseits des Atlantischen Ozeans den Erdkarten einverleibt werden konnte, so hat der Mensch auch die Brücke der Erkenntnis immer weiter hinausgebaut in die Sternenräume. Den Alten waren nur die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn bekannt; Jahrtausende lang bildete Saturn den Grenzstein des großen Sonnenreiches, und niemand ahnte oder glaubte, daß jenseits jener ringgeschmückten Weltkugel noch Planeten vorhanden seien, die den Sonnenball umkreisen. Der große Astronom Friedrich Wilhelm Herschel, von dem wir im Kapitel „Von der Astronomie und den Astronomen" mancherlei Interessantes gehört haben, wurde der Kolumbus des Sonnensystems; er fand jenseits der bekannten

Welten eine neue Welt, einen neuen Planeten, und rückte damit die Grenze des Sonnenreiches um fast 1500 Millionen Kilometer weiter hinaus; der neuentdeckte Körper stand in einer Entfernung von der Sonne, die gerade noch einmal so groß war wie die bisher bekannte Ausdehnung des Sonnenreiches.

Am 13. März 1781 durchforschte Herschel wie gewöhnlich auf seiner Sternwarte zu Bath bei London, mit dem von ihm selbstverfertigten Spiegelteleskop den Himmel nach neuen Objekten, nach Kometen und Sternennebeln. Kurz nach 10 Uhr entdeckte er im Sternbilde der Zwillinge einen kleinen Stern, der sich von den Fixsternen rings umher durch sein ruhiges Licht unterschied, vor allem aber in dem kräftigen Fernglase deutlich als kleines Scheibchen sichtbar war, während die Fixsterne stets, auch in den größten Instrumenten, als unteilbare Punkte erscheinen. Schon am ersten Abend, bei der ersten Betrachtung, war das Objekt dem erfahrenen Beobachter verdächtig erschienen, und als er es nun einige Abende fortgesetzt im Auge behielt, zeigte sich, daß das Sternchen am Himmel weiterwanderte, also unmöglich ein Fixstern sein konnte. Herschel glaubte zunächst einen Kometen entdeckt zu haben, die — wenn sie in großer Entfernung stehen — zuweilen einem kleinen Stern ähnlich sehen. Er machte seinen Fund in Fachkreisen bekannt, und nun wurde das interessante Objekt schnell der Zielpunkt aller Fernrohre Europas; die Mathematiker, vor allem der berühmte Franzose Laplace, versuchten die Bahn des Gestirns zu bestimmen, und Laplace und Lexell konnten denn auch bald mitteilen, daß das Sternchen sich nicht in einer Kometenbahn bewege, sondern unbedingt ein Planet sei, der in fast kreisförmiger Bahn die Sonne umwandere und demnach schon immer dem Sonnensystem angehört haben müsse, wenn er auch bisher von den Astronomen übersehen worden sei. Beim Nachforschen in älteren Sternkatalogen und Sternkarten, die 1690 und 1756 von Flamsteed beziehungsweise Tobias Meyer angefertigt worden waren, fand man, daß jene Astronomen schon damals diesen Stern gesehen und eingetragen hatten, ihn aber für einen der hunderttausend kleinen Fixsterne hielten. Forschungsreisende machten später die interessante Mitteilung, daß die Bewohner von Otahaiti den Stern schon seit Jahrhunderten als Wandelstern, als Planeten gleich den anderen großen Planeten, gekannt hatten und sogar einen Namen für ihn hätten. Da das Gestirn, wenn es sich in Erdnähe befindet, auch dem freien Auge als Sternchen sechster Größe sichtbar wird, also von den scharfsichtigen Naturvölkern unter dem klaren Himmel ihrer Gegenden sehr wohl bemerkt worden sein kann, dürfte diese Behauptung auf Wahrheit beruhen. Auf einen Vorschlag des Astronomen Bode wurde der neue Planet „Uranus" genannt (in der Mythologie ist Uranus der Vater des Saturn, und Saturn wiederum der Vater des Jupiter; der Name war also gut gewählt und fand allgemein Beifall). — Uranus, der also als siebenter

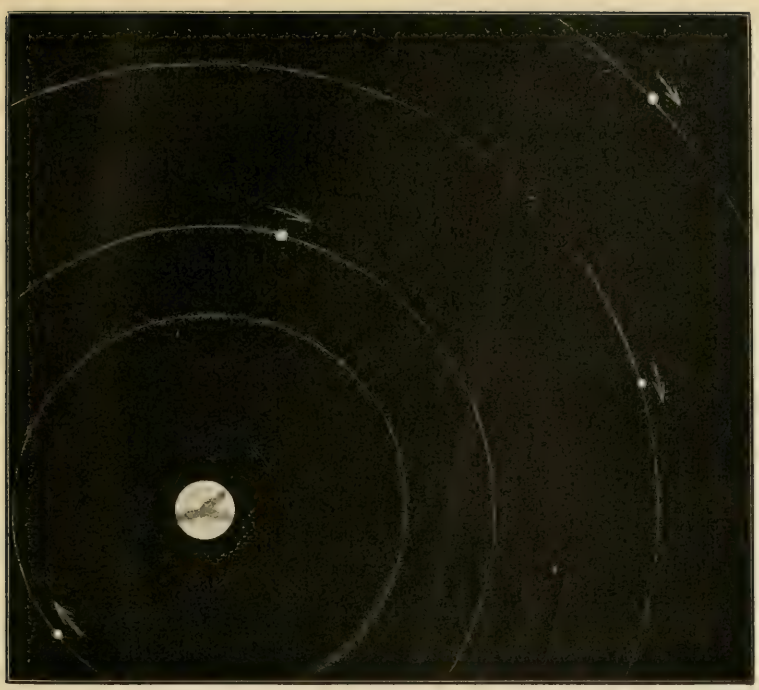


Abb. 222. Uranus mit seinen Monden
Im richtigen Abstandsverhältnis

Planet um die Sonne kreist (Abb. 120 u. 121), ist 2850 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt und braucht zu einer Umkreisung des Feuerballes 84 Jahre und 7 Tage. Sein Abstand von der Erde schwankt zwischen 2700 und 3100 Millionen Kilometern, je nachdem, ob die Erde gerade in dem Punkt ihrer Bahn steht, der dem Standorte des Uranus zugekehrt ist, oder ob sie jenseits der Sonne steht.

Der Planet ist zwar kleiner als die Riesenplaneten Jupiter und Saturn, aber dennoch viel größer als der Erdball, wie Abb. 4 erkennen läßt. Die Uranuskugel mit über 55 000 Kilometer Durchmesser übertrifft den Rauminhalt der Erde 92mal; die Erde wäre in der Entfernung des Uranus von hier aus gar nicht mehr sichtbar. Es nimmt nicht wunder, daß wir selbst mit unseren modernen Riesenfernrohren auf der kleinen Scheibe des Planeten nicht viel entdecken können. Die Entfernung ist eine gewaltige, und die Beleuchtung des Gestirns wegen des großen Sonnenabstandes naturgemäß eine recht schwache. Mit dem gewaltigen Fernrohr der Lick-Sternwarte hat einer unserer besten Beobachter, Edward E. Barnard, einen grauen, breiten, gewinkelten Streifen mehrfach erkennen können; die Welt des Uranus mit ihren vier Monden stellt sich also in einem großen Fernrohr unter günstigen Verhältnissen etwa so dar, wie es auf Abb. 222 angedeutet ist.

Mit dem Spektralapparat hat man festzustellen vermocht, daß dieser ferne Bruder unserer Mutter Erde eine dichte Atmosphäre besitzt, die der Jupiters und Saturns in vieler Beziehung zu gleichen scheint; mehr aber wissen wir von der Oberfläche des Gestirns nicht zu sagen.

Bald nach der Entdeckung des Uranus konnte Herschel zwei Monde auffinden, die den Planeten auf seiner weiten Bahn um die Sonne begleiten und die die Namen „Titania" und „Oberon" erhielten; zwei weitere Monde fand im Jahre 1851 der Astronom Lassel in Liverpool mit einem mächtigen Spiegelteleskop. Selbst in weitaus kräftigeren Instrumenten der neueren Zeit kann man diese sehr lichtschwachen Monde des Uranus — es

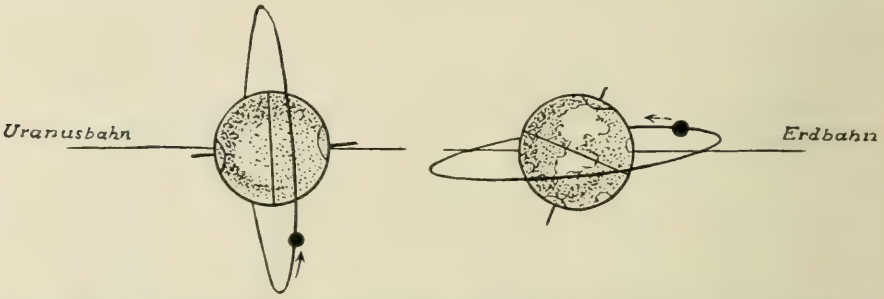


Abb. 223. Vergleichende Darstellung der Bewegungsverhältnisse der Uranuswelt
Links Uranus, rechts Erde

handelt sich um Sterne 14.—16. Größe —, die die Namen „Ariel" und „Umbriel" erhielten, nur schwer erkennen, ein Beweis dafür, daß die Güte des Auges bei einem astronomischen Beobachter eine außerordentlich wichtige Rolle spielt. Die Abstände dieser vier Monde von ihrem Hauptplaneten sind auf Abb. 222 zum Ausdruck gebracht.

Die größte Eigentümlichkeit der Welt des Uranus ist nun die, daß jene Monde eine ganz andere Bewegung ausführen, ganz andere Bahnen beschreiben als alle anderen Planeten und Monde im Sonnensystem. Im Kapitel „Unsere Heimat im Weltenraum" wurde schon darauf hingewiesen, daß in diesem mächtigen Reiche eine Bewegungsrichtung vorherrschend ist, die von West nach Ost. Die Sonne und alle Planeten drehen sich in der Richtung von West nach Ost um ihre Achsen, wie wir das ja an der Erde täglich selber beobachten können; alle Planeten kreisen in der Richtung von West nach Ost um die Sonne, wie es die Pfeile auf Abb. 120, Seite 143 andeuten, und es bewegen sich wiederum fast alle Monde in derselben Richtung um ihren Hauptplaneten.*) Dabei liegen die Bahnen der Planeten nahezu alle in einer Ebene. Man kann sich die Verhältnisse am besten klar machen, wenn man sich Sonne, Planeten und Monde als auf einer Wasserfläche

*) Ein Mond des Saturn, der Neptunsmond, ein Mond Jupiters und die Uranusmonde, von denen hier die Rede ist, bilden Ausnahmen.

schwimmende Körper vorstellt und sich denkt, eine mächtige Kraft habe eines Tages dieses Wasser durch Umrühren in kreisende Bewegung versetzt, so daß alle Körper in der nämlichen Richtung um die im Mittelpunkt des Wassers ruhende Sonne laufen müssen, zugleich aber, alle auf der Oberfläche des Wassers ruhende mend, in ein und derselben Ebene liegen. Ganz genau stimmt das nun freilich nicht, kleine Abweichungen sind schon vorhanden; die Bahn der Venus ist über 3, die des Mars sogar 7 Grad zu jener großen Ebene geneigt, aber selbst mit diesen Abweichungen bildet das Sonnensystem sozusagen eine riesenhafte, aber nur sehr schmale, wenig dicke Scheibe. Die Monde der verschiedenen Planeten laufen alle fast genau in der Äquator-Ebene um ihren Hauptplaneten herum, und diese hat nun beim Planeten Uranus eine sehr merkwürdige Lage, die wir uns am besten durch einen Vergleich mit irdischen Verhältnissen an einer Zeichnung klarmachen können. In Abb. 223 ist rechts die Erde in ihrer Bahn dargestellt, begleitet vom Monde. Die Neigung der Erdachse und der Mondbahn zur Ebene der Erdbahn ist mit den entsprechenden Winkeln wiedergegeben. Daneben ist der Uranus in seiner Bahn und mit den Bahnen seiner Monde dargestellt, und die seltsame Lage der Umdrehungsachse des Planeten und der Mondbahnen zur Ebene der Uranusbahn wird bei Vergleich sofort deutlich.

Abb. 224. Urbain Leverrier

Die eigenartige Lage der Achse des Uranus bedingt natürlich auch eigenartige Jahreszeiten auf dieser Welt. Ein jeder Punkt der Planetenoberfläche ist zweimal im Jahre der Sonne so zugewendet, daß sie hoch oben im Zenit des Ortes steht; das trifft auch für den Nordpol und

Südpol des Uranus zu, während bei uns die Sonne nur am Äquator oder nahe dem Äquator im Zenit eines Ortes stehen kann. Ist aber der Nordpol oder Südpol des Uranus der Sonne zugekehrt, so haben diese Polargegenden, (da das Jahr auf Uranus 84 unserer Jahre währt) 42 Jahre lang die Sonne über dem Horizont, haben sie 42 Jahre Tag und Sonnenschein, während auf der entgegengesetzten Halbkugel dann eine 42jährige Nacht herrscht. Wenn die Bewohner jenes Planeten ebenso kurzlebig sind wie die Menschen, so könnte jemand, der, in den Polargegenden wohnend, zu Anfang des Winters geboren wurde, als eben die Sonne für diese Halbkugel unterging, wenn er als Vierzigjähriger stirbt, nie die Sonne, nie den Tag gesehen haben, er lebte wie jene Grubenpferde im tiefen Schacht der Bergwerke in ewiger Finsternis. Umgekehrt könnte ein anderer, der gerade zu Beginn des Sommers auf der anderen Halbkugel geboren wurde, nie die Finsternis sehen, und die Nacht mit ihrem Sterngefunkel nur vom Hörensagen kennen.

Freilich, man darf nicht vergessen, daß die Sonne auf Uranus nur noch ein heller Stern ist, der etwa 370mal kleiner erscheint als wir die Sonnenscheibe sehen; so wird denn der Beleuchtungsunterschied zwischen Tag und Nacht nicht allzu auffällig sein; Kälte und Finsternis sind überhaupt die Kennzeichen jener fernen Erde.

Aber auch in dieser düsteren und kalten Ferne, in der die Kugel des Uranus mit ihren vier Monden schwebt, hat das Sonnenreich noch kein Ende, und wenn wir weiter und immer weiter eilen durch den Raum, immer ferner der leuchtenden Sonne, etwa so wie Münchhausen, auf einer Kanonenkugel mit einer Geschwindigkeit von 500 Metern in der Sekunde dahinfliegend, würden wir nach zweitausendeinhundertjährigem Fluge vom Uranus zu einem anderen Planeten gelangen, dem äußersten, von dem wir wissen, dem „Neptun", der, dreißigmal weiter von der Sonne entfernt als die Erde, den Grenzstein des mächtigen Reiches bildet.

War die Entdeckung des Uranus ein Kind des Zufalls, so war die Existenz des Neptun den Astronomen schon lange bekannt, ehe noch ein Auge das Sternlein in den Tiefen des Raumes wahrgenommen. Gleich nach der Entdeckung des Uranus ging man daran, seine Bahn zu berechnen, um seinen Ort für jeden beliebigen Tag voraussagen zu können. Sehr bald zeigte sich nun, daß der Uranus durchaus nicht so laufen wollte wie die astronomischen Berechner angenommen hatten; er hatte nach kurzer Zeit einen anderen Ort am Himmel inne, als die Vorausberechnung ergab. Die bedeutendsten Mathematiker jener Zeit beschäftigten sich mit dieser eigentümlichen Tatsache, und sehr bald wurde der Gedanke laut, daß wahrscheinlich noch ein Himmelskörper in jenen Räumen vorhanden sei, der Uranus in seinen Bewegungen beeinflusse. Die Akademie der Wissenschaften in Göttingen stellte endlich 1842 eine Preisaufgabe, in der jene Abweichung der Uranusbewegung erklärt und eine genaue Berechnung der Bewegung des Gestirns gegeben werden

sollte. Der französische Astronom Arago veranlaßte daraufhin einen noch jungen Gelehrten, einen hervorragenden Mathematiker, Urbain Leverrier (Abb. 224), der in seiner Jugend Beamter in einer Tabaksniederlage gewesen war, sich der Sache anzunehmen. Leverrier ging nun an eine ungemein scharfsinnige Untersuchung und legte die Resultate derselben nach einem halben Jahre der Pariser Akademie vor. Er zeigte, daß nur ein bisher unentdeckter Planet der Störenfried sein könne, daß dieser Körper aber nicht zwischen Uranus und Sonne stehen könne, sondern jenseits des Uranus, denn Saturn oder ein anderer Planet werde durch sein Vorhandensein nicht beeinflußt. Auch müsse jener noch zu entdeckende Planet sehr weit jenseits der Uranusbahn durch den Raum ziehen, denn seine Störung sei doch immerhin eine verhältnismäßig geringe. Aus der Größe der Anziehung, die jener Körper nun auf Uranus ausübte und die sich eben in einer Abweichung des letzteren vom vorausberechneten Wege äußerte, berechnete Leverrier die Größe und den Ort des Gestirns und gab an, wo er am Himmel zu suchen sei. — Am 23. September 1846 schrieb der junge französische Astronom an den Observator Galle der Berliner Königlichen Sternwarte am Enckeplatz und teilte ihm den Ort mit, den der unentdeckte Planet zurzeit, wenn seine Berechnungen richtig wären, am Himmel einnehmen müßte. Noch an demselben Abend fand Galle dicht an dem angegebenen Ort den neuen Planeten als Sternchen 8. Größe mit dem Fernrohr auf. Er stand um etwa zwei Vollmondsbreiten von dem Punkte des Himmels entfernt, den Leverrier angegeben hatte. Galle verglich die angegebene Himmelsstelle mit einer vorzüglichen Sternkarte. Abb. 225 zeigt links die betreffende Partie der Sternkarte, rechts die Stelle des Himmels, wie sie Galle im Fernrohr sah. Dort sind alle Sterne der Karte wieder zu entdecken, aber links, durch einen Pfeil gekennzeichnet, steht ein auf der Karte nicht vorhandenes Gestirn. Das war der neue Planet, der eigentlich nach Leverrier den Platz einnehmen sollte, den das rechts sichtbare kleine Kreuz innehat.

Die Entdeckung des neuen Planeten, der den Namen Neptun erhalten hat, war eine glänzende Tat! „Mit der Spitze seiner Feder," wie Arago sagt, hatte Leverrier einen Weltkörper entdeckt, hatte er seinen Ort anzugeben vermocht, ehe noch ein menschliches Auge das Gestirn gesehen. Der Gerechtigkeit halber muß erwähnt werden, daß auch ein junger englischer Astronom, Adams, zur selben Zeit wie Leverrier eine gelungene Berechnung des Gestirns lieferte, die aber nicht genügend beachtet wurde.

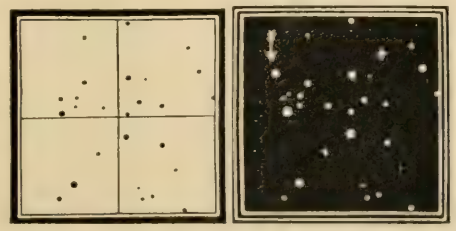


Abb. 225. Karte zur Entdeckung des Neptun

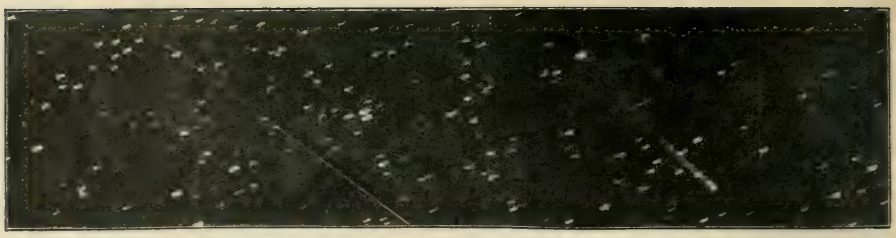
Die Entdeckung des Neptun zeigt wohl, welche Beweiskraft

besonders den astronomischen Rechnungen innewohnt, und wie genau uns die Gesetze der Planetenbewegungen bekannt sind.

Neptun, der äußerste Planet unseres Sonnensystems, ist 4467 Millionen Kilometer (= 600 Millionen Meilen) von der Sonne entfernt; 5700 Jahre wäre ein ununterbrochen fahrender Schnellzug unterwegs, um die Strecke Erde-Neptun zu durchmessen, und der Lichtstrahl, der in jeder Sekunde 300 000 Kilometer zurücklegt, der in 1¼ Sekunden von der Erde zum Monde fliegt, braucht volle 4 Stunden, um den Raum Sonne-Neptun zu überbrücken. Den gewaltigen Kreis, den Neptun um die Sonne zieht, durchwandert er in 164 Jahren 280 Tagen. Seit seiner Entdeckung hat er also erst etwa ein Drittel seines Weges um die Sonne zurückgelegt. Der Planet ist, wie ein Blick auf Abb. 4 erkennen läßt, ebenfalls größer als der Erdball, er hat einen Durchmesser von rund 55 500 Kilometern und erst 16 Erdbälle geben einen dem Neptun an Schwere gleichenden Körper. Auch einen Mond hat dieser ferne Bruder der Erde, der 1846 von Lassel entdeckt wurde und ein sehr schwer sichtbares Objekt darstellt, dessen Entdeckung seinerzeit mit einem mächtigen Teleskop unter dem reinen Himmel der Insel Malta gelang. Dieser Mond ist insofern interessant, als er, wie die Monde des Uranus, in entgegengesetzter Richtung als die meisten Körper des Sonnensystems, also von Ost nach West, um seinen Planeten wandert. Von der Oberfläche des Neptun wissen wir wenig zu sagen; selbst in großen Instrumenten ist der mit freiem Auge überhaupt nicht sichtbare Weltkörper nur ein kleines, von der Sonne nur matt beschienenes Scheibchen, erhält er doch nur den 900. Teil jener Sonnenbestrahlung, deren sich die Erde erfreut (Abb. 150). Hier ist das Sibirien des Sonnenreiches, und wir können uns kaum vorstellen, daß in dieser ewigen Kälte und Finsternis Leben gedeihen kann.

Durch die Auffindung der Planeten Uranus und Neptun ist, wie ein Blick auf Abb. 121 lehrt, die Grenze des Sonnenreiches von rund 1400 Millionen Kilometern auf rund 4500 Millionen Kilometer hinausgeschoben worden, die Welt, die die Alten kannten, ungeheuer gewachsen. Es drängt sich uns die Frage auf, ob nicht auch jenseits des Neptun noch ein oder gar mehrere Planeten stehen können, von denen sich unsere Schulweisheit heute noch nichts träumen läßt und die unseren optischen Hilfsmitteln bisher ebenso unerreichbar blieben wie jene beiden Planeten an den Grenzen des Sonnenreiches dem freien Auge der Alten. Neptun sowohl wie Uranus zeigen bei ihrer Bewegung kleine Abweichungen von der Theorie, und die Frage ist von Newcomb, Lau, Gaillot und anderen eingehend untersucht worden. Neuerdings ist man auf Grund der Lage einiger Kometbahnen im Sonnensystem geneigt, jenseits des Neptun noch zwei Planeten anzunehmen, von denen der eine etwa 6900, der andere 11 000 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt sein müßte. Die der Sonne fernsten Bahn-

punkte verschiedener Kometen, die offenbar durch jene noch unentdeckten Planeten beeinflußt werden, bedingen diese Zahlenwerte. — Auch der Planet Merkur zeigt Bewegungsabweichungen, die man früher auf einen unbekannten Planeten zwischen Sonne und Merkur zurückführen wollte, eine Ansicht, die heute aufgegeben ist. Eine Zeitlang glaubte man bereits jenen kleinen Stern gefunden zu haben, hatte bereits einen Namen („Vulkan") für ihn. Mehrere Beobachter, vor allem im Jahre 1859 der französische Arzt Lescarbault, der sich aus Liebhaberei mit Astronomie beschäftigte, wollten das Gestirn bei einem Vorübergange vor der Sonnenscheibe gesehen haben. Leverrier hat sorgfältig all diese Beobachtungen untersucht und war von dem Vorhandensein dieses Körpers seinerseits überzeugt. Später hat man nachweisen können, daß sich die verschiedenen Beobachtungen nicht miteinander in Verbindung bringen lassen, und jenes Sternchen ist auch mit den weitaus besseren Fernrohren unserer Zeit von geschulten Beobachtern nicht wieder gesehen worden, trotzdem speziell bei totalen Sonnenfinsternissen, wo dicht bei der Sonne die Planeten Merkur und Venus hell hervortreten (Abb. 185) und auch Vulkan sichtbar werden müßte, scharf auf diesen vermuteten Planeten geachtet worden ist. Die Relativitätstheorie Einsteins hat übrigens die Abweichungen des Merkur zwanglos und restlos erklärt. Neptun, der in der grauen Ferne langsam seinen weiten Kreis um die Sonne zieht, ist zunächst der Grenzstein des Sonnenreichs. Jenseits seiner Bahn beginnt der öde, der endlose Raum. Weit, unendlich weit ist es bis zu den nächsten Sonnensystemen; aus unfaßbar groß erscheinenden Fernen leuchten die Nachbarsonnen unserer Sonne herüber, von denen die allernächste zehntausendmal weiter entfernt ist als der Neptun von uns! Aber auch in diese dämmernden Fernen noch wagt sich mutig am Leitseil der Forschung der kühne Pionier der Wissenschaft und findet nirgends den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht.



Zufalls-Photographie einer fliegenden Sternschnuppe

Vielhundert Sterne sind gefallen
In frostiger Novembernacht,
Und Kindern gleich hab' ich bei allen
Mir unstet Wunsch um Wunsch gedacht.
— — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — —
Was Glück und Schmerz mir je versagten,
Hab' ich erträumt so und erdacht,
Und in das Wunschweh des Verzagten
Fiel Stern auf Stern in stiller Nacht.
Karl Busse.

Steine, die vom Himmel fallen

Eines Königs Briefbeschwerer. Die Geschichte des Steins in meiner Busennadel. Gefallene Sterne. Meteorsteinfälle. Der Stein von Ensisheim. Der Steinregen zu Aigle. Berühmte Meteorsteinfälle in neuerer Zeit. Das Meteor von Madrid. Riesenmeteore. Der Streit über die Herkunft der Meteorsteine. Chladnis Ansichten über die „Weltspäne". Sternschnuppen und Feuerkugeln. Meteorstaubfälle. Die Zahl der Meteore. Stein- und Eisenmeteoriten. Die Widmannstettenschen Figuren. Die rätselhafte Sternschnuppenmaterie und ihre Erklärung. Die Geschwindigkeit der Meteore und ihre Höhe im Moment des Aufleuchtens. Seltsame Meteorbahnen. Der Luftwiderstand und seine Wirkung. Weshalb die meisten Meteore morgens fallen. Sternschnuppenschwärme an bestimmten Tagen des Jahres. Die Perseiden und Leoniden. Meteorringe im Sonnensystem. Große Sternschnuppenfälle. Zusammenhang zwischen Meteoren und Kometen.

Auf dem Schreibtisch des Königs von England befindet sich neben allerlei kostbaren Werken der Kleinkunst ein einfaches Felsenstück, ein unbehauener, roher, etwa faustgroßer Stein. „Ein seltsamer Briefbeschwerer für einen König," mag mancher denken, und dennoch ist dieser Stein in gewisser Hinsicht ein kostbares Ding. Unendliche Mühen, Gefahren, viel Wissen, viel Wissenschaft mußten aufgewendet werden, ehe es möglich war, diesen Stein auf des länderreichsten Königs Tisch zu legen. Der Stein entstammt dem höchsten Punkte der Erde. Der Leiter der englischen Vermessungskommission im Himalaja-Gebirge, Sir Everest, schlug ihn von einem Gipfel des 8840 Meter hohen Gaurisankar ab, um den höchsten, nun eroberten Punkt der Erde, dem Könige als ein Symbol zu überreichen. — Kann sich der König der Briten rühmen, den höchsten Gipfel des Planeten auf seinem Schreibtisch zu haben, so reizt es mich, mit einem Stein hier zu prahlen, der einem viel ferneren Ort entstammt als es der höchste Berg der Erde ist. Ich besitze ein kleines, unscheinbares Steinchen von schwärz-

licher Farbe, das man für ein Körnchen Steinkohle halten könnte, und das — nach der Meinung der Hausfrau in den Aschenkasten gehört, statt, wie bei mir, den Knopf einer goldenen Busennadel zu bilden. Und doch ist dieses Steintrümmerchen ein gar interessantes Objekt. Es stammt aus Fernen, die nie eines Menschen Fuß betrat, nie betreten wird. Suche seine Heimat nicht auf den Spitzen der höchsten Berge, in den Tiefen des Ozeans, im ewigen Dunkel des Urwaldes; auch nicht im tiefsten Innern der Erde! Es stammt nicht von unserem Planeten. Ferner als Mond und Sonne, ferner als alle Planeten war es einst diesem Erdenrund. Vielleicht durchkreuzte es vor Millionen Jahren den schimmernden Gürtel der Milchstraße; vielleicht durchzog es vor Jahrtausenden die Sterne des großen Bären — vielleicht! Eines Tages aber tauchte auf seinem Wege wieder einmal ein heller Stern auf aus der Dunkelheit des leeren Raumes, und unser Steinchen geriet in den Anziehungsbereich dieses Sternes. Es flog mit zunehmender Geschwindigkeit auf ihn zu, auf jenen Stern, den wir unsere Sonne nennen. Und je näher dieses Trümmerchen dem Sonnensterne kam, je mehr schien dieser zu wachsen, und er wurde endlich eine große Feuerkugel, um die sich andere, kleine Weltkugeln in großen Kreisen schwangen. Auf eine von diesen Kugeln fuhr unser Steinchen zu. Die Kugel wuchs und wuchs, wirbelnde Wolkenzüge wurden auf ihr sichtbar, Meere und Länder. Es war unsere Erde. — Und jetzt: mit ungeheurer Schnelligkeit riß es das Steinchen nieder; sausend durchfuhr es die Wolkendecke und, weißglühend erhitzt durch die schnelle Fahrt, zersplitterte das Steinchen und seine Teile flogen funkensprühend zur Erde.

Abb. 226. Meteorstein von Butsura
gefallen am 12. Mai 1861
Die Taschenuhr soll die Größe des Steins veranschaulichen

Drunten standen einige Leute; die hatten unser Steinchen, als es weißglühend wurde, fliegen sehen. „Eine Sternschnuppe, ein Meteor!" riefen sie aus und freuten sich des schönen Anblicks. Unser Steinchen aber lag

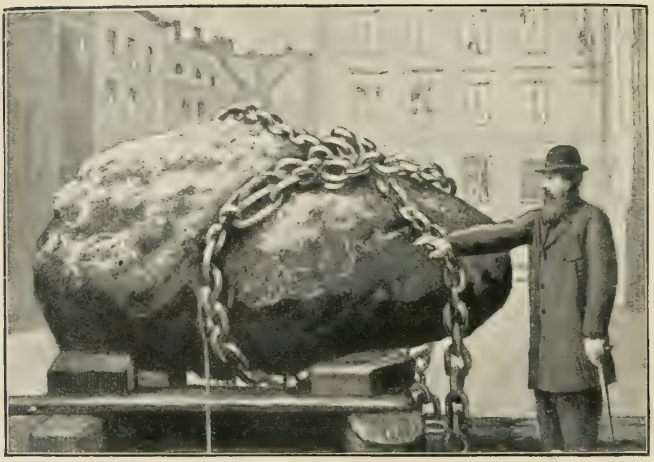


Abb. 227. Meteorblock,
zu Ovifak in Grönland von Nordenskjöld gefunden
Gewicht 25 000 Kilo

nun nach vielleicht jahrmillionenlanger Wanderung, die es durch die nebelhafte Unendlichkeit, durch ferne Sonnenschwärme, vorbei an anderen Welten, die wir als flimmernde Sternlein erblicken, geführt hatte, friedlich zwischen Gräsern und Blumen, als Mitglied, als Bewohner einer Weltkugel, die in jenen fernen Räumen des Weltgebäudes, die unser Meteor durchquerte, ungekannt ist. Eins von diesen kleinen, von der Hauptmasse abgesplitterten Körnchen nun ist jenes Steinchen in meiner Busennadel, und man wird zugeben, daß es eine recht interessante Vergangenheit hat.

Ein vom Himmel gefallener Stein! Das klingt sonderbar, und es hat auch ziemlich lange gedauert, ehe sich die Naturforscher vollkommen darüber klar wurden, daß in der Tat Steine aus dem Himmelsraum zur Erde niederfallen können. Es wird zwar schon aus grauer Vorzeit von „herabgefallenen Sternen" berichtet, aber tatsächlich waren noch die Gelehrten des 18. Jahrhunderts weit entfernt, dieses sozusagen täglich stattfindende Phänomen richtig zu deuten. Auf einer uralten babylonischen Tafel ist bereits das Niederfallen einer Masse aus dem Sternenraum unter Feuererscheinungen dargestellt. Wir wissen ferner, daß der heiliggehaltene Stein der Mohammedaner, der in der Kaaba zu Mekka liegt, gleichfalls ein Meteorstein ist, der aus dem Weltenraume niederfiel. Diogenes erzählt von „steinernen Sternen, die mit leuchtender Spur zur Erde flogen", wie der zu Ägospotamoi, der 476 v. Chr. fiel; ihn erwähnt auch Plinius und bemerkt dazu, daß dieser „Stern" so groß war wie ein Wagen. — Auch die Bibel berichtet von Meteorsteinen; wir finden bei Josua die Stelle: „Gott sandte große Steine vom Himmel." Die Griechen und Römer scheinen das Herabwerfen von Steinen zur Erde für ein Privatvergnügen der Götter gehalten zu haben, und mehrere dieser von den Göttern geschleuderten Steine wurden in kleinen Tempeln verehrt. So waren der „Stein der Diana" zu Ephesus, der „Stein des Sonnengotts" zu Emesa in Syrien, die Steine zu

Theben und auf Kreta Meteore, die unter Feuer- und Donnererscheinungen aus den Himmelshöhen kamen.

Auch aus dem Mittelalter liegen sicher beglaubigte Fälle vor, in denen Augenzeugen „eine große Feuerkugel" am Firmament hineilen sahen, aus der dann, oft unter starkem Getöse, ein Stein oder gar ein ganzer Steinregen niederfiel. Ein solcher Steinregen wird aus dem Jahre 823 berichtet; er entlud sich über mehrere Ortschaften in Sachsen und richtete viel Schaden an. Der Pater Benedict berichtet über einen Steinfall, der sich 921 zu Narni in Italien ereignete und viel Schrecken verursachte. Sehr viel machte der Fall einer großen Eisenmasse zu Meißen von sich reden, die gerade am ersten Pfingstfeiertage des Jahres 1164 aus einer sich schnell fortbewegenden Wolke stürzte. — Von vielen dieser historisch beglaubigten Fälle sind die niedergekommenen Steine noch erhalten, und die mineralogische Prüfung zeigt zweifellos den meteorischen Charakter der Stein- oder auch Eisenmassen. Ganz besonders genau ist man über den großen Meteorsteinfall orientiert, der sich zu Ensisheim im Elsaß am 7. November 1492 gegen ½12 Uhr vormittags ereignete. Der über drei Zentner schwere Stein, von dem ein Stück noch heute in der Ortskirche zu sehen ist, wurde sehr viel beschrieben und hat alle gelehrten Häupter jener Tage zu langen Untersuchungen veranlaßt. Neben dem in der Kirche zu Ensisheim ausgestellten Stück hängt folgender Bericht:

„Anno Domini 1492 uff Mittwochen, nächst vor Martini den siebenten Tag Novembris, geschah ain seltsam Wunderzeichen. Denn zwischen der elften und zwölften Stund zu Mittagszeit kam ain grosser Donnerklopff und ain lang getös, welches man weit und breit hörete, und fiel ain Stein von den Lüfften herab bei Ensisheim in ihren Bann, der wog zweihundertundsechzig Pfund und war der Klopff*) anderswo viel grösser denn allhier. Da sah ihn ain Knab in aim Acker im obern Feld einschlagen, der war mit Waizen gesäet, und tat im kain Schaden als dass ein Loch innen würd. Da führten sie ihn hinweg und ward etwa mannig Stück davon geschlagen: das verbot der Landvogt. Also liess man ihn in die Kirche legen ihn willens denn zu ain Wunder aufzuhenken, und kamen viel Leut allhier den Stein zu sehen, auch wurden viel seltsam Reden von dem Stein geredet. Aber die Gelehrten sagten, sie wissen nicht was es wär, denn es wär übernatürlich, dass ain solcher Stein sollt von den Lüfften herabschlagen, besonders es wär ain Wunder GOTTES, denn es zuvor nie erhört, gesehen, noch geschrieben befunden worden wär. Da man den Stein fand da lag er bei halb Mannestief in der Erden, welches Jedermann dafür hält, daß es GOTTES Wille war dass er gefunden würde. Und hat man den Klopff zu Luzern, zu Pfillingen, und sonst an vielen Orten so gross gehört, dass die Leut meinten, es seien Häuser umgefallen."

*) Klopff = Geräusch.

Auch in neuer und neuester Zeit ist mehrfach ein Niederkommen von Meteormassen beobachtet worden. Der gewaltige Steinregen zu Aigle in Frankreich aber, der sich in den ersten Nachmittagsstunden des 26. April 1803 ereignete, brachte mit einemmal die größte Anzahl der Naturforscher zu der Ansicht, daß es sich hier in der Tat um ein astronomisches oder kosmisches Ereignis handele, nicht um ein atmosphärisches Phänomen. Freilich hatte — wie wir noch sehen werden — damals der Physiker Chladni bereits durch seine Arbeiten die Geister stark beeinflußt. Zu Aigle fielen damals insgesamt gegen 3000 Steine, unter denen sich Stücke von 8 bis 9 Kilo Gewicht befanden, auf einen Raum von etwa 10 Quadratkilometern nieder. Augenzeugen sahen deutlich eine kleine dunkle Wolke von großer Beweglichkeit am Himmel, die sich unter starken, Böllerschüssen ähnelnden Detonationen, zerteilte. Dann hörte man ein langanhaltendes Geräusch wie Gewehrfeuer, und knatternd ergoß sich der Steinregen über den Ort. — Ganz besonders bemerkenswert sind folgende Fälle neueren Datums: Meteoreisenfall von Braunau in Ober-Österreich (zwei Stücke von 36 Kilo Gewicht) im Jahre 1847; Steinregen zu Stannern in Tirol 1808; Meteorfall zu Butsura in Indien, 12. Mai 1861 (siehe Abb. 226); Steinfall vom 6. Juni 1866 zu Knyahinga in Ungarn (1000 Steine im Gesamtgewicht von neun Zentnern); Meteorfall zu Gnadenfrei in Schlesien am 17. Mai 1879; Steinregen vom 1. Mai 1860 zu New-Concord in Ohio (30 Steine bis zu 60 Ko. Gewicht); Steinregen zu Pultusk in Polen am 30. Januar 1868; Meteor von Brescia (Oberitalien), gefallen unter gewaltigen Donnerschlägen am 16. Februar 1883 (Gewicht 200 Kilo); großer Eisenmeteorit, gefallen am 27. März 1886 in Arkansas

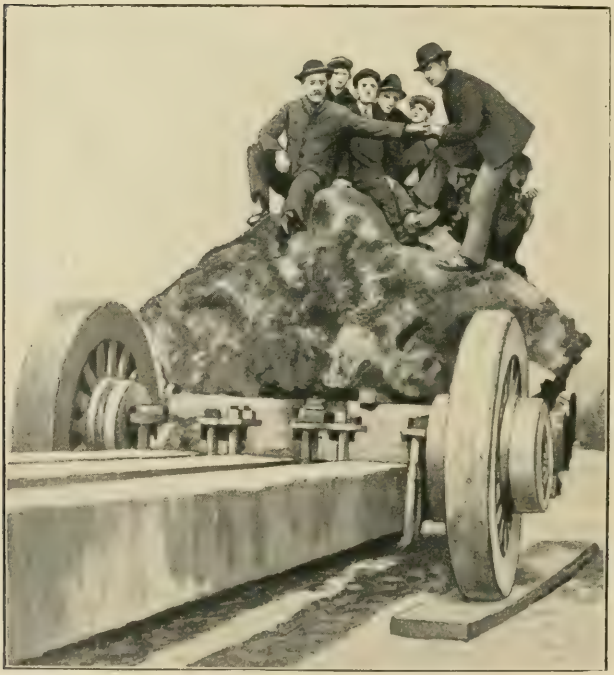


Abb. 228. Transport eines von Peary 1894 gefundenen Eisenmeteorsteines
Gewicht 750 Zentner

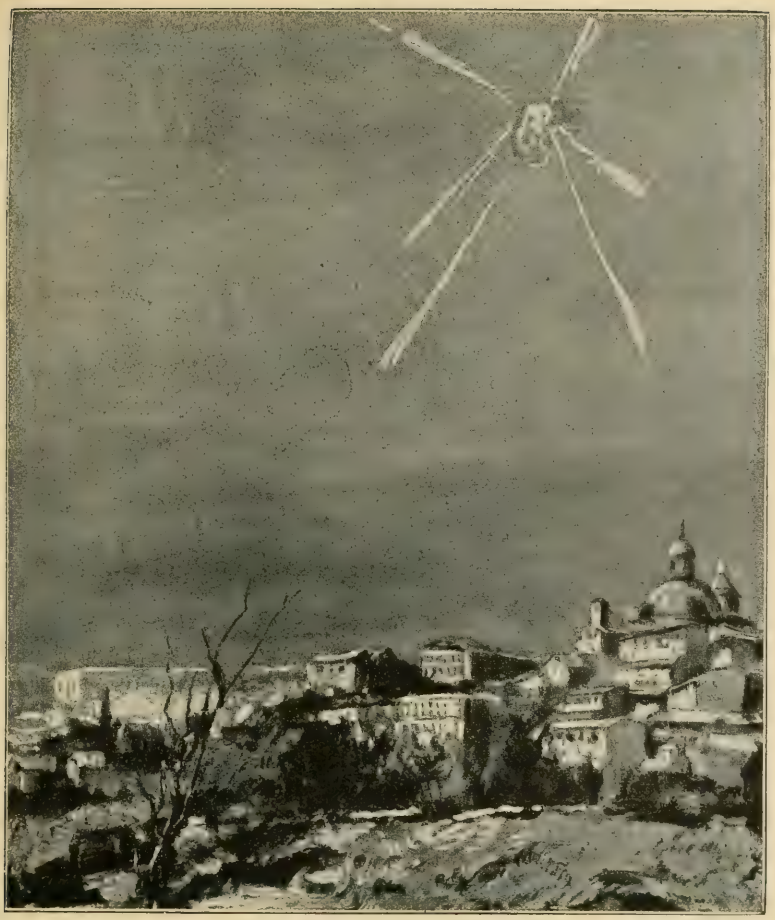


Abb. 229. Der große Meteorfall zu Madrid am 10. Februar 1896

(Johnsons Creek). Großes Aufsehen erregte der Steinregen zu Madrid vom 10. Februar 1896 (Abb. 229). Ein Augenzeuge schilderte ihn in der „Frankfurter Zeitung" folgendermaßen:

„Heute vormittag, genau um 9½ Uhr, bei prachtvollem, sonnigem Wetter, entstand hier am Himmelsgewölbe ein bläulicher Glanz von solcher Stärke, daß selbst das Sonnenlicht davon überstrahlt und viele Menschen auf der Straße geblendet wurden. Anderthalb Minuten darauf wurde ein donnerndes Krachen, als würden tausend schwere Kanonen zu gleicher Zeit abgefeuert, vernommen, sodann folgte eine ganze Reihe von immer schwächer werdenden Explosionen, die Erde erbebte in ihren Grundfesten, viele Gebäude bekamen Risse, Möbel wurden umgestürzt, Millionen von Fensterscheiben zersprangen klirrend. Eine furchtbare Panik bemächtigte sich der Einwohnerschaft Madrids. Im ersten Augenblick hörte man allenthalben

Jammern und Angstgeschrei. „Terremoto! terremoto!“ (Erdbeben) klang es hier, „Dinamita! dinamita!“ klang es dort; viele wieder glaubten, die Revolution sei ausgebrochen und irgend ein großes Gebäude sei vermittels einer ungeheuren Menge von Sprengstoff in die Luft gesprengt worden. Menschenhand hatte jedoch mit der Erschütterung nichts zu schaffen; es war einfach ein riesiger Meteorstein über der Stadt geplatzt. — Die Madrider Sternwarte hat die Erscheinung ziemlich genau beobachtet. Genanntes Institut verzeichnet, daß um die oben angegebene Stunde am sonst wolkenlosen Himmel von Südwesten her ein langer, schmaler Rauchstreifen herangezogen kam und sich in ostnordöstlicher Richtung bewegte. Der Rauchstreifen, der ungefähr die Form einer gestreckten Ellipse besaß, war an den Rändern blendend weiß, zeigte jedoch an seinem Mittelpunkt eine dunklere, rötliche Färbung. Als die Wolke beinahe am Zenit stand, erfolgte die Explosion derselben, und ein Steinregen fiel über Madrid und Umgegend. Nimmt man als Grundlage die Zeit (1½ Minute), die zwischen dem Aufstrahlen und der Detonation verlief, so kann man berechnen, daß die Explosion in einer Höhe von etwa 30 Kilometern stattfand. Die Hauptmasse unseres Meteorits wurde in Staub und Gas verwandelt und von den obersten Luftströmungen ostwärts getrieben. Erst vier Stunden nach Eintreten des Phänomens sah man am ostnordöstlichen Horizont die Wolke entschwinden. Was den Umfang des in Frage stehenden Himmelskörpers anbelangt, so ist es, ehe genauere Daten eintreffen, sehr schwierig, sich darüber ein Urteil zu bilden. Vorläufig ist die Beobachtung zu vermerken, daß infolge der Auflösung des Meteorits in Gas ein Druck auf die umgebenden Luftschichten ausgeübt wurde, der die Quecksilbersäule des Barometers um 1 Millimeter und sechs Zehntel mit einem Ruck in die Höhe trieb. Hierauf sank die Säule um 7 Zehntel unter ihr früheres Niveau, so daß die Schwankungen im ganzen 2 Millimeter und 3 Zehntel umfaßten. — Der nach der Explosion des Meteorits erfolgte Steinregen scheint in der Gemarkung der nahen Ortschaft Vicálvaro, sodann in Vallecas und um den hiesigen Hippodrom am dichtesten gefallen zu sein. Die Herren Cos und Aguilar, Angestellte der Sternwarte, lasen am Kilometer 6 der Straße, die nach Castellon führt, ein kleines Bruchstück des Meteorits auf, das angesichts zahlreicher Personen im Augenblick der Detonation vom Himmel herunterzischte. Don Pedro Esteban, der Apotheker von Vallecas, wurde von einem herabsausenden erbsengroßen Steine an der Stirn leicht verwundet. Ein Herr Soravilla spazierte, ein Zeitungsblatt lesend, auf der Castellana. Da schwirrte vom Himmel eine feurige Kugel herab, durchlöcherte, Brandspuren zurücklassend, das Blatt, und rollte etwa 40 Meter über den Boden dahin. Der Stein gleicht einem Stück Schwefeleisen, ist von regelmäßiger Form und wiegt ca. 150 Gramm.“

Der Berichterstatter schildert dann die vielen Unglücksfälle, die sich in Madrid und Umgegend infolge des Schreckens der Bevölkerung ereigneten.

Oft sind es ganz gewaltige Blöcke, oft aber auch nur kleine Steinsplitterchen, die bei Meteoritenfällen zur Erde niederkommen. Zwei der größten je gefallenen Meteormassen bilden wir hier ab. Abb. 227 zeigt den von Nordenskjöld im Jahre 1870 zu Ovifak in Grönland gefundenen Block aus nahezu reinem Meteoreisen. Sein Gewicht beträgt 25 000 Kilogramm. Der in Abb. 228 sichtbare Stein, gleichfalls ein Eisenmeteor, wurde 1894 von dem Seeoffizier Peary aufgefunden und nach Brooklyn gebracht. Dieser vom Himmel gefallene Stein ist etwa 3½ Meter lang und ungefähr 2 Meter breit und hoch; er wiegt 750 Zentner.

Aber, wie schon gesagt, noch bis zum 19. Jahrhundert konnten sich die Gelehrten nicht mit dem Gedanken befreunden, daß diese Steine in der Tat aus dem Himmelsraume kommen. Allenfalls wollte man zugeben, daß heftige Wirbelstürme Felsstücke und dergl. losreißen und fortschleppen könnten, und daß solche Steine dann wieder niederfielen. Auch unweit von Vulkanen konnten ja hin und wieder kleinere Auswürflinge umherfliegen und niederfallen. Jedenfalls aber hielt man diese Meteormassen für irdischen Ursprungs. Als der Pariser Akademie der Wissenschaften ein von 300 Augenzeugen unterschriebener Bericht über einen am 24. Juli 1790,

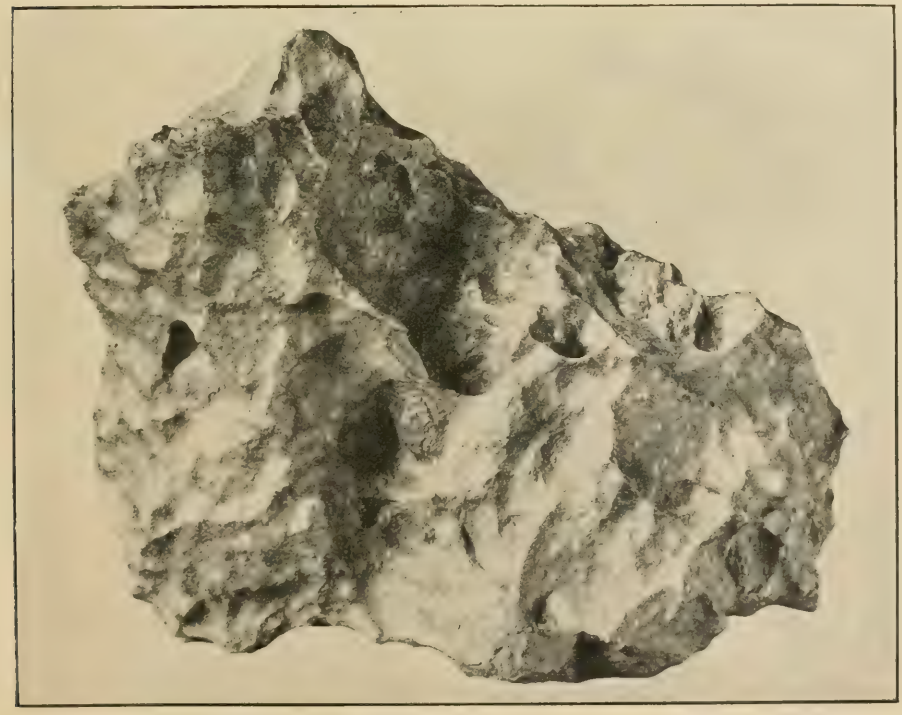


Abb. 230. Meteorstein mit „Fingerspuren"
Original im Besitz des Hofmuseums in Wien

abends 9 Uhr zu Juillac in der Gascogne stattgefundenen Meteorsteinfall zuging, war diese gelehrte Körperschaft ganz entsetzt über derartig „unklare Köpfe, die wirklich ernsthaft meinen konnten, es fielen Steinmassen aus dem Himmelsraume herunter."

Endlich aber beschäftigte sich ein hervorragender Forscher, der deutsche Physiker Chladni, äußerst eingehend mit der Sternschnuppen- und Meteorfrage und trat schon 1794 mit seiner ganzen Autorität dafür ein, daß diese Gebilde dem Himmelsraume entspringen. In seiner 1819 erschienenen Schrift „Über Feuermeteore und über die mit ihnen herabgefallenen Massen" entwarf er ein in allen Hauptpunkten durchaus zutreffendes Bild vom Ursprung und von der Natur der Meteore. Er führte etwa folgendes an: Außer den großen Weltkörpern, den Sonnen und Planeten, existieren im Weltenraume ungezählte Mengen kleiner, allerkleinster Massen, die vielleicht Trümmer von zerstörten Weltkugeln sind, viel wahrscheinlicher aber sich ebenso aus kleinen Materie-Ansammlungen selbständig gebildet haben, wie die großen Weltkörper sich aus großen Materiemengen bildeten. Ja, vielleicht entstanden diese kleinen Körperchen aus den Überbleibseln, den Brosamen, die bei der Entstehung der Himmelskörper übrig blieben. Von diesem letzten Gesichtspunkte ausgehend, nennt Chladni jene kleinen Körperchen „Weltspäne". Diese Weltspäne nun durchwandern zu unzähligen Milliarden, bald einzeln, bald in kleinen Gesellschaften den Weltenraum nach allen Richtungen. Gelangen sie dabei in den Anziehungsbereich der Erde, so zwingt sie dieser mächtige Ball, auf ihn niederzustürzen. An sich durchaus kalt und dunkel, erhitzen sie sich durch die starke Reibung an den Luftmassen der Erde, die sie ja mit ungeheurer Geschwindigkeit durchsausen, und werden glühend. Sind sie sehr weit entfernte Körperchen oder sehr kleine Massen, so bieten sie, an der Erde schnell vorbeisausend, wenig auffällige Erscheinungen. Sind es aber größere Massen, die tief in die Erdatmosphäre eindringen und auf die Erdrinde niederfallen, so wird das Phänomen natürlich auffälliger; wir erblicken dann eine sogenannte Feuerkugel, die zuweilen die hellsten Planeten an Helligkeit übertrifft, oft sogar für einen Augenblick die Nacht erhellen kann. Diese größeren Gebilde nennen wir „Meteore". Ein Teil der niedergehenden Masse verdampft und verglüht zu feinem Aschenstaub in der Luft, ist die Masse aber beträchtlich, so fallen mehr oder minder große Teile zur Erde nieder, und dies sind die Meteorsteine bzw. Meteoreisenmassen.

Dies waren die Anschauungen des großen Physikers, und sie sind durch die späteren Forschungen durchaus bestätigt worden; ja, Chladni hat sogar damals schon darauf hingewiesen, daß die Kometen zu den Sternschnuppen und Meteoren offenbar in einem gewissen Verwandtschaftsverhältnis stehen, eine Ansicht, die durch die Untersuchungen des italienischen Astronomen G. V. Schiaparelli Ende des 19. Jahrhunderts zur Gewißheit erhoben wurde.

Zwischen Sternschnuppen und Meteoren (Feuerkugeln) besteht also kein genereller Unterschied. Jene sind sehr winzige Körperchen, die vollkommen in der Luft verpuffen, sich in Gas und Aschenteile auflösen; diese sind größere Teilchen, die so leicht nicht verdampfen und oft prächtige Feuererscheinungen beim Fallen darbieten. Auf Abb. 238 sieht man, neben vielen Sternschnuppen, rechts auch ein helles, zerplatzendes Meteor dargestellt, eine

Abb. 231. Meteoreisen mit angeschliffener Ecke
Original im Besitz des Hofmuseums in Wien

sogenannte „Feuerkugel". Allerdings zeigt die Berechnung der Bahnen erhebliche Unterschiede; man hat den Eindruck, daß die Sternschnuppen zum Sonnensystem gehören, die Meteore aber aus den Fixsternräumen kommen.

Wenn man Sternschnuppen aufmerksam verfolgt, so bemerkt man, daß bei einigen ein kleiner Schweif sichtbar wird, der noch fünf bis zwanzig Sekunden nach dem Verlöschen des eigentlichen Fünkchens erkennbar ist. Wir haben es hier mit den glühenden Staub- bzw. Aschenteilen des Körperchens zu tun; dieser Staub löst sich dann langsam auf und fällt unmerkbar zur Erde nieder.

Dennoch kann man durch geeignete Beobachtungen jenen fortwährend zur Erdoberfläche fallenden Staub nachweisen. Ein großer Teil der meteorischen Materie besteht aus reinem Eisen, und der Nordpolfahrer Nordenskjöld hat auf den weiten Schneefeldern Grönlands deutlich die Spuren dieses ewigen Eisenstaubfalles bemerken können. Die Schneefelder waren oft ganz rostgelb gefärbt durch die Einwirkung des Eisens. Aus großen Mengen Schnee, die Nordenskjöld einschmelzen ließ, resultierten stets kleine Häufchen Eisenstaubes; neuerdings ist von mehreren Kapitänen berichtet worden, daß fern von allen Küsten, mitten im Stillen Ozean und in der Südsee, das des Abends rein gefegte Schiffsverdeck morgens oft ziemlich stark mit

eisenhaltigem Staube bedeckt gewesen sei, der wohl zum Teil vulkanischen, größtenteils aber meteorischen Ursprungs sein wird. Der Verfasser hat einmal den Versuch gemacht, durch starke Elektromagnete, die an freien, dem Verkehr möglichst entrückten Punkten aufgestellt waren, und zwar mit den beiden Polen in die Luft ragend, den meteorischen Eisenstaub aufzufangen und ihn qualitativ und quantitativ zu untersuchen. Diese Versuche wurden allerdings dadurch beeinträchtigt, daß gewisse Mengen Eisenstaubes in der Luft umherfliegen, die von der Erde, nämlich aus Hüttenwerken, Fabriken, Verkehrszentren usw. stammen. Dennoch muß sich bei genauer Bestimmung der Menge des zu verschiedenen Zeiten des Jahres magnetisch aufgefangenen meteorischen Eisenstaubes eine gewisse Periodizität bemerkbar machen, die mit der bekannten Periodizität der Meteorfälle (über die wir noch berichten werden) in Übereinstimmung sein muß. Die auffallend rötliche Farbe der Oberfläche des Planeten Mars rührt nach den Anschauungen vieler Astronomen von Meteoreisenstaub her, der im Laufe langer Zeiten vegetationslose Wüstengebiete bedeckte.

Der Laie, der nur alle Jubeljahre einmal eine Sternschnuppe sieht, meint gewöhnlich, die Zahl der in die Erdatmosphäre eintretenden Meteore sei eine sehr geringe. Das ist aber ein großer Irrtum. Ein aufmerksamer Beobachter kann (gute Aussicht und reine Luft vorausgesetzt) in einer Stunde durchschnittlich zehn Meteore oder Sternschnuppen zählen. Da aber ein einzelner Beobachter an seinem Standort nur etwa den vierten Teil der für ihn sichtbaren Himmelsfläche überblicken kann, so werden für einen bestimmten Erdort in der Stunde rund vierzig Meteore in die Erscheinung treten. Für den ganzen Erdball berechnet ergibt sich, daß in jeder Stunde 400 000, in 24 Stunden also etwa 10 Millionen Meteore in den Luftkreis unseres Planeten eintreten. Freilich werden es in den allermeisten Fällen nur ganz winzige Körperchen sein; aber dennoch ist es nicht unmöglich, daß sie mit der Zeit gewisse Veränderungen auf unserem Planeten hervorrufen können. Nimmt man mit M. W. Meyer an, daß ein jedes dieser Trümmerchen nur 5 Gramm wiegt, was eher zu niedrig als zu hoch gegriffen ist, so läßt sich leicht berechnen, daß die Erde durch diesen ewigen Meteorregen in jedem Jahrhundert um 2000 Millionen Kilogramm schwerer wird. In mehreren Jahrtausenden muß diese Volumenvergrößerung der Erde auf die Rotation der Erdkugel einwirken und eine geringe Veränderung der Tageslänge verursachen. Ob andere Faktoren diesen Einfluß wieder aufheben, ist ja eine andere Frage.

Wie schon oft gesagt, fliegen Meteortrümmerchen jeder Größe im Weltenraum umher. Gewaltig große, vielleicht haushohe Blöcke, von denen natürlich, Gott sei Dank, wohl nur wenige existieren werden, so daß nur alle paar Jahrtausende einmal ein solches Ungetüm zur Erde stürzt; dann Blöcke, wie die abgebildeten von Nordenskjöld und Peary, und immer kleiner und

kleiner werdend bis zu der Hauptanzahl von kleinen Körpern, die nur wenige Gramm halten mögen und als Sternschnuppen sichtbar werden. Aber auch noch weiter herunter müssen wir gehen: bis zur Erbsengröße, ja bis zu Staubpartikelchen. In der Tat wissen wir, daß die Erde zuweilen mit großen Wolken allerfeinsten meteorischen Staubes zusammentrifft, der sich dann langsam niedersenkt. Bedeutende meteorische Staubfälle fanden z. B. am 3. Mai 1892 in Schweden, Norwegen, Dänemark und den umliegenden Länderstrichen statt. Die damals gefallene Menge des feinen Staubes wird auf 500 Tonnen (von je 20 Zentnern) geschätzt. Eine ähnliche Ausdehnung hatte der Staubfall zu Jenisseisk in Sibirien, der sich 1881 ereignete. Ganz besonderes Aufsehen aber erregte der Staubfall, der am 13. März 1813 auf bewohnte Gegenden, besonders in Süditalien, niederging. Ungeheure dunkle Wolken machten den Tag zur Nacht, alles Volk eilte erschreckt in die Gotteshäuser. Ziegelroter Staub fiel nieder, dem sich an einigen Orten auch Meteorsteine kleineren Kalibers zugesellten.

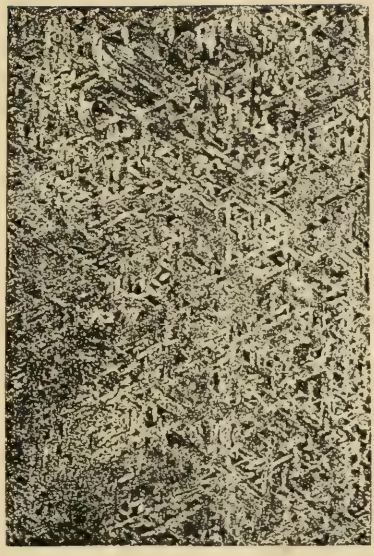


Abb. 232. Widmannstettensche Figuren in Meteoreisen

Man hat natürlich die Beschaffenheit der niedergefallenen meteorischen Massen sehr eingehend studiert und kann nun zwei Hauptgruppen unterscheiden: Steinmeteoriten und Eisenmeteoriten. Die Steinmeteoriten (Abb. 230) enthalten hauptsächlich solche Gesteinarten, die auch in den Urgesteinen der irdischen Gebirge enthalten sind, nämlich Kalk- und Tonerdesilikate, Magnetkies, Olivin (Magnesia), Schwefelkalzium, Schreibersit und Chromeisenerz. Die Eisenmeteoriten (Abb. 231) bestehen gewöhnlich aus etwa 90 pCt. reinem Eisen und 8 pCt. Nickel; hierzu kommen geringe Mengen von Phosphor, Kupfer, Silizium und Kohlenstoff; ein besonderes Charakteristikum für Meteoreisen sind die sogenannten „Widmannstettenschen Figuren" (siehe Abb. 232), die sich zeigen, wenn man eine Fläche des Metalls schleift, poliert und mit Schwefelsäure beizt. Erhitzt man Meteorsteine und untersucht die aus ihnen entweichenden Gase, so zeigen sie im Spektroskop die Linien, die auch den Kometengasen eigen sind.

Wir sehen, daß diese aus den fernsten Fernen des Weltenraumes zu uns kommenden Massen nur aus Stoffen bestehen, die wir überall auf Erden antreffen. Das ist ein gar wichtiger Umstand, denn er gestattet uns, zu

schließen, daß allüberall im weiten Universum „nach demselben Rezept gekocht wird" wie hier bei uns, und da auch die Naturgesetze überall gültig sind, so muß im großen und ganzen überall im Weltenraum das gleiche entstehen, sich bilden und entwickeln können. — Organische Spuren hat man bisher in Meteorsteinen nicht mit Sicherheit nachweisen können; mit den seltsamen gallertartigen Massen, die man zuweilen findet und die der Volksmund als „Kometenmaterie" oder „Sternschnuppenmaterie" bezeichnet, hat es eine andere Bewandtnis. Die eingehende Untersuchung der fraglichen Substanzen hat ergeben, daß es sich hier zum Teil um gallertartige Klumpen von Nostoc, einer Algenart, die zu den Schizophyceen gehört, handelt oder um die gequollenen Eileiter von Fröschen, die die Vögel aus der Luft als unverdauliche Speise wieder von sich geben.

Wie schon erwähnt, werden die meteorischen Massen erst glühend und somit selbstleuchtend, wenn sie in unsere Erdatmosphäre eingedrungen sind. Der Weltenraum muß nach alledem, was wir wissen, eine sehr niedrige Temperatur haben, die man auf etwa 270 Grad Celsius unter 0 angeben kann. Man hat Meteorsteine gleich nach dem Niederfallen zerschlagen und innen außerordentlich kalt gefunden. In den meisten Fällen hat allerdings die plötzliche Hitzeentwicklung die Massen außen mit einer schwarzen Schmelzkruste überzogen, die in der Regel Narben enthält, denen ähnlich, die entstehen, wenn man die Fingerkuppen in weichen Ton oder in Gips eindrückt. Diese „Fingerspuren" sieht man deutlich auf dem in Abb. 230 dargestellten Meteorstein, der in der sehr reichen und wertvollen Meteoritensammlung des Wiener Hofmuseums liegt.

Ehe wir näher darauf eingehen, wie sich physikalisch das Erglühen der Meteore erklärt, ist es notwendig, etwas über die Geschwindigkeit, mit der die Körperchen sich fortbewegen, und über die Höhe, in der sie uns zuerst sichtbar werden, zu sagen.

Was die Geschwindigkeit der Meteore anbelangt, so scheint diese zunächst außerordentlich verschieden zu sein. Bei genauer Beobachtung zeigt es sich aber, daß diese großen Unterschiede nur scheinbare sind, hervorgerufen durch die Eigenbewegung der Erde. Ein Eisenbahnzug, der sich mit einer Geschwindigkeit von 20 Metern in der Sekunde fortbewegt und auf einen anderen, stillstehenden Zug auffährt, stößt natürlich mit einer Geschwindigkeit von 20 Metern in der Sekunde auf den zweiten Zug. Bewegt sich nun aber jener zweite Zug gleichfalls und zwar mit einer Geschwindigkeit von 15 Metern in der gleichen Richtung wie der erste Zug auf demselben Gleis, so wird der erste Zug gleichfalls auf den zweiten hinten auffahren, aber jetzt nur noch mit einer Geschwindigkeit von 5 Metern in der Sekunde. Fährt indessen der zweite Zug mit 15 Metern in der Sekunde dem ersten mit 20 Metern in der Sekunde entgegen, so erfolgt der Zusammenstoß mit 35 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Unsere Erde ist nun dem sich fortbewegenden Zuge in unserem Beispiel zu vergleichen; sie durcheilt mit einer Geschwindigkeit von rund 30 Kilometern in der Sekunde ihre Bahn. Die Meteore aber haben im freien Raum ungefähr 30 bis 50 Kilometer Geschwindigkeit in der Sekunde. Diejenigen Meteore nun, die genau von „vorn" der Erde entgegenfliegen, scheinen — da sich dann für uns Erdbewegung und Meteorbewegung addieren — mit 60 bis 80 Kilometer Geschwindigkeit pro Sekunde in die Erdatmosphäre einzudringen. Jene Meteore aber, die von „hinten" auf die Erde zustreben, also sozusagen hinter ihr herfliegen, dringen nur mit etwa 10 bis 20 Kilometer Geschwindigkeit in die Lufthülle des Planeten ein.

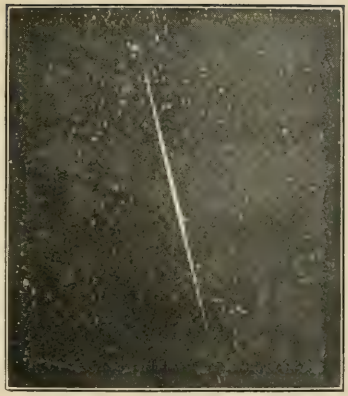


Abb. 233. Fliegendes Meteor
Photographie

Manche Meteore beschreiben deshalb ganz sonderbare Kurven am Himmel. Der Verfasser sah einmal eine Sternschnuppe, die plötzlich wie ein Stern hoch am Himmel auftauchte und gar keine Bahn zu beschreiben, sondern still zu stehen schien, weil sie sich genau auf den Beobachter zu bewegte, dann lenkte sie ganz allmählich, fast wagerecht, nach rechts in einem merkwürdigen Bogen ab und ging schließlich nicht nach unten, sondern nach oben zum Zenit. Offenbar war diese Sternschnuppe mit einer um nur wenige Meter schnelleren Bewegung hinter der Erde hergeeilt und daher in bezug auf die Erde ganz langsam geflogen. Dann machte sich aber die Drehung der Erde um ihre Achse geltend und der Erdort, auf dem der Beobachter stand, wurde nach Osten fortgedreht. Scheinbar bewegte sich allerdings die Sternschnuppe nach Westen. In Verbindung mit dem Fortschreiten der Erde im Raum kam schließlich die merkwürdige Kurve heraus, da sich drei verschiedene Bewegungen kombinierten. — Manche Meteore beschreiben aber auch Zickzack- und Schlangenbahnen am Himmel (siehe Abb. 234), die durch Explosionskräfte beim Glühendwerden des Meteors zu erklären sind. Sonst ist übrigens an einem fliegenden Meteor wenig zu sehen (Abb. 233 und Abb. 55). Die Schnelligkeit der Bewegung verhindert ein Betrachten im Fernrohr.

Abb. 234. Schlangenförmige Bahn eines Meteors

Die Höhen, in denen die Sternschnuppen und Meteore aufleuchten, sind durch lange andauernde Beobachtungen recht genau ermittelt worden. Die allermeisten Meteore leuchten schon 120 bis 150 Kilo-

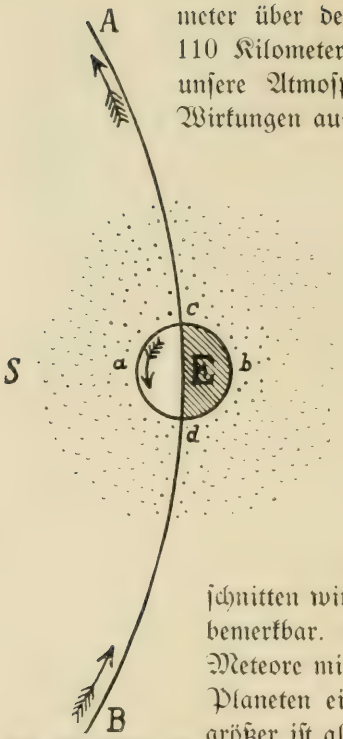


Abb. 235. Figur zur Erklärung der Häufigkeit der Meteore in den Morgenstunden

meter über der Erde auf und verlöschen bereits in 90 bis 110 Kilometer Höhe. Man hat früher nicht geglaubt, daß unsere Atmosphäre in so großen Höhen noch mechanische Wirkungen auszuüben vermag, hierfür vielmehr 80 Kilometer als oberste Grenze angegeben; die Meteore aber belehren uns eines Besseren, denn der Widerstand der Luft ist es, der sie zum Leuchten bringt. — Daß die Luft den Körpern, die durch sie dringen, widersteht, sehen wir ja an alltäglichen Dingen. Schon von der Schulbank her erinnern wir uns, daß des Lehrers Pfefferrohr allerlei Gemütsdepressionen in uns hervorrief, wenn es pfeifend durch die Luft geschwungen wurde. Auch das Pfeifen oder Summen fliegender Geschosse ist eine Folge des Luftwiderstandes. Je schneller nun die Luft zusammengepreßt bezw. durchschnitten wird, desto stärker macht sich auch jener Widerstand bemerkbar. Wie wir gehört haben, dringen die meisten Meteore mit einer Geschwindigkeit in die Lufthülle unseres Planeten ein, die durchschnittlich fünfzig- bis hundertmal größer ist als die einer Gewehrkugel. Die Reibung an den Luftteilchen und die durch Kompression der Luft entstehende Wärme muß also eine sehr große sein und hinreichen, die kleinen Körperchen glühend zu machen.

Es kommt aber noch ein zweites, sehr wichtiges Moment hinzu: Es ist schon seit langem beobachtet worden, daß die niederfallenden Meteormassen durchaus nicht mit so großer Wucht aufschlagen, wie man nach der kolossalen, oben beschriebenen Geschwindigkeit der Körper voraussetzen sollte. So blieben z. B. kleine Meteorsteine auf der Fläche eines zugefrorenen Teiches liegen, während eine Pistolenkugel die Eisdecke glatt durchschlug. Auch wühlen sich größere Meteormassen durchaus nicht so stark in den Erdboden ein, als nach Maßgabe ihrer Geschwindigkeit zu erwarten wäre. Dieser auffällige Umstand hat seine Erklärung darin gefunden, daß alle Meteore ganz kurze Zeit nach dem Eindringen in unsere Atmosphäre ihre Geschwindigkeit vollkommen verlieren, und zwar infolge des Widerstandes der Luft. Die Luft wirkt wie ein Puffer auf den ungeheuer schnell einherfliegenden Körper; es bildet sich außerordentlich schnell eine Art Luftkissen unter dem Meteor, das die Bewegung hemmt, nahezu aufhebt. So wird also die fabelhaft schnelle Bewegung des Meteors schon in der ersten Sekunde nach dem Eindringen in den Luftkreis der Erde vernichtet. Die ungeheuer große, lebendige Kraft kann natürlich, trotzdem sie in ihrer bisherigen Form als Bewegung

aufgehoben ist, nach unserem wichtigsten Naturgesetz, dem „Prinzip von der Erhaltung der Kraft", keineswegs verloren gehen. Die aufgehobene Fortbewegung der ganzen Masse setzt sich in Molekularbewegung um, d. h. die kleinsten Teilchen des Meteorsteines geraten in allerschnellste Schwingungen, woraus eine plötzliche und äußerst starke Erhöhung der Temperatur des Steines entsteht. Der Stein wird also in diesem Augenblick weißglühend werden und die in ihm eingeschlossenen Gase werden eine Explosion hervorrufen, wodurch dann jenes gewaltige Funkensprühen der größeren Meteormassen und das Abschleudern vieler kleiner Stücke bewirkt wird.

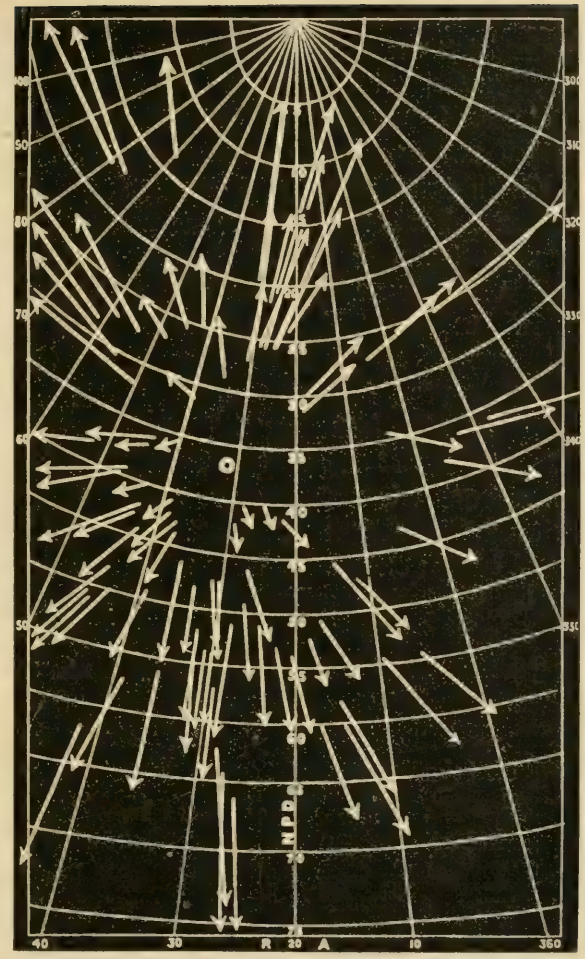


Abb. 236. Radiationspunkt der August-Meteore

In dem Augenblick also, wo wir ein großes Meteor (sogenannte „Feuerkugel") explodieren sehen (Abb. 238 rechts), hat es für einen Moment einen Stillstand erreicht. Von da ab wirkt nur noch die Anziehungskraft der Erde, und das Meteor fällt wie ein gewöhnlicher Körper mit immer zunehmender Geschwindigkeit nieder. — Man kann leicht ausrechnen, wie lange und mit welcher Geschwindigkeit der Körper dann fällt. Nehmen wir an, das Meteor dringe mit seiner ursprünglichen Geschwindigkeit von etwa 50 Kilometern in der Sekunde bis zu einer Entfernung von etwa 80 Kilometern von der Erdoberfläche; dann legt es jene übrigbleibenden 80 Kilometer unter dem Einfluß der Erdanziehung zurück. Es hat anfangs die Geschwindigkeit Null und nach Ablauf der ersten Sekunde die Geschwindigkeit 9,8 Meter. Eine einfache Rechnung zeigt dann, daß das Meteor

nach 128 Sekunden die 80 Kilometer durchfallen haben und mit einer Geschwindigkeit von rund 1256 Metern in der Sekunde, also etwa mit der doppelten Geschwindigkeit einer Gewehrkugel hier aufschlagen wird. Hierbei ist aber der Luftwiderstand nicht berücksichtigt; es ist daher eine etwas längere Fallzeit und eine geringere Endgeschwindigkeit wahrscheinlich.

Schon ziemlich oberflächliche Untersuchungen zeigen deutlich, daß nicht zu allen Zeiten des Tages oder der Nacht gleich viele Meteore oder Sternschnuppen fallen. Im Winter, wo der Himmel bis gegen 6 Uhr morgens durch die Morgendämmerung nicht sehr beeinflußt wird, zeigt sich sehr deutlich, daß vor Mitternacht die wenigsten, nach Mitternacht mehr und mehr, und in den Morgenstunden, gegen 4, 5 und 6 Uhr, die meisten Sternschnuppen sichtbar werden.

Woher diese sonderbare Erscheinung? Ein Beispiel wird es uns erklären: Wenn es bei völliger Windstille stark regnet, so fällt der Regen senkrecht und wir werden, wenn wir im Freien stillstehen, überall an den Seiten unseres Körpers, vorn und hinten, links und rechts gleich stark vom Regen getroffen werden. Laufen wir aber schnell, so fangen wir naturgemäß mit der Vorderseite unseres Körpers viel mehr Regentopfen auf als mit den anderen Seiten, denn wir stürmen ja mit dieser Seite unmittelbar auf die fallenden Tropfen ein. Ebenso muß eine Kanonenkugel, die einen Mückenschwarm durchfliegt, auf der vorangehenden Seite, der „Stirnfläche", am meisten Mücken auffangen, und ganz ebenso muß diejenige Seite der Erdkugel, die beim Fluge durch den Raum *vorangeht*, am meisten von Sternschnuppen getroffen werden, denn sie fängt ja einen großen Teil davon ab. Weshalb das gerade um 6 Uhr morgens eintritt, macht Abb. 235 uns klar.

Hier ist E die Erde, das Bogenstück A B ein Teil der Erdbahn, die die Erde in der Richtung des Pfeiles durchwandert. In der Richtung S in großer Entfernung ist die Sonne zu denken. Daher ist die S zugewandte Halbkugel der Erde erleuchtet. Die Zeichnung ist so gedacht, daß der Beschauer über dem Nordpol der Erde schwebt; der Punkt a der Erde hat also 12 Uhr Mittag, der Punkt b 12 Uhr Mitternacht; der Punkt c hat 6 Uhr morgens, der Punkt d 6 Uhr abends. Wir sehen aber auch, daß derjenige Punkt der Erde, der 6 Uhr morgens hat, gleichzeitig auf der „Stirnseite" der Erdkugel liegt, d. h. bei der Bewegung der Erde um die Sonne im Raum *vorangeht*. Von allen Seiten fliegen nun Meteore auf die Erde zu; da aber die Erde mit ihrer Stirnfläche alle von vorn kommenden Meteore auffängt, so werden alle Erdorte, die gerade jetzt auf dieser Stirnfläche liegen, besonders der Ort c (6 *Uhr morgens*) die *meisten* Meteore sehen. Steht dieser Ort der Erde nach 12 Stunden (6 *Uhr abends*) bei d, so werden dort die *wenigsten* Meteore sichtbar sein, denn dieser Teil der Erdkugel ist gegen die von vorn kommenden Meteore geschützt, und aus der Richtung B können ihn nur Meteore treffen, die schneller fliegen als die Erde selbst.

Diese tägliche Variation der Meteorfälle erklärt sich also zwanglos aus der Fortbewegung und Rotation der Erde; wesentlich anders aber ist es mit der außerordentlichen Häufigkeit der Meteore an manchen Tagen des Jahres. So fallen in den Nächten vom 8. bis 13. August, 10. bis 14. November, 19. bis 21. April, 26. bis 28. November und noch an einigen anderen Tagen in jedem Jahr weitaus mehr Sternschnuppen als gewöhnlich. Verfolgt man an solchen Abenden aufmerksam das Fallen jener schnellen Fünkchen, zeichnet man sich z. B. die Wege mehrerer solcher Sternschnuppen in eine Sternkarte ein, so findet man, daß der Ausgangspunkt all dieser Meteorbahnen eine ganz bestimmte Himmelsstelle ist. Von diesem Punkte also (siehe Abb. 236) scheinen die Meteore ihren Ausgang zu nehmen. Man nennt diesen Ort den Radiationspunkt. So liegt der Radiationspunkt der Meteore, die in den Nächten um den 10. August herum fallen, im Sternbild des Perseus, weshalb man diese Meteore „Perseiden" nennt; die Meteore in den Nächten vom 10. bis 14. November strahlen aus dem Sternbilde des Löwen (leo) aus, heißen daher „Leoniden". Da nun die Erde alle Jahre an den gleichen Tagen mit diesen Meteorschwärmen zusammentrifft, so ist damit der Beweis erbracht, daß jene Meteorschwärme in festen Bahnen, wie die Erde selbst, um die Sonne wandern. — Daß dieser Schluß berechtigt ist, ergibt sich aus folgenden Erwägungen: Die Erde steht alle Jahre an bestimmten Tagen, z. B. am 10. August, an der gleichen Stelle ihrer Bahn; da sie nun jedesmal an diesem Tage den Perseiden-Meteoren begegnet, so müßten diese entweder in Gestalt einer mächtigen Wolke ständig an diesem Punkt der Erdbahn stehen bleiben, oder aber einen ungeheuer großen Ring (vielleicht eine Ellipse) bilden, die um die Sonne rotiert. Daß nur das letztere möglich ist, wird sofort klar, wenn wir daran denken, daß ja unser ganzes Sonnensystem im Raume weitereilt und daher die Erde schon nach einigen Jahren weit von

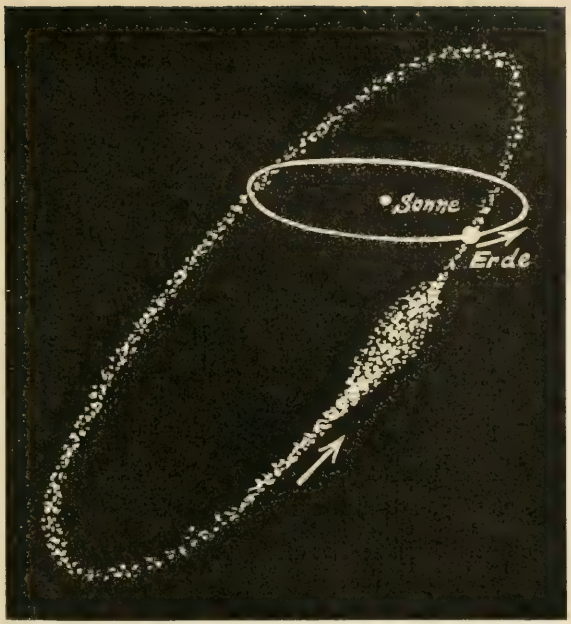


Abb. 237. Sternschnuppenring und Erdbahn

einer stillstehenden Meteorwolke entfernt sein würde. Außerdem aber lehren die Gesetze der Himmelsmechanik, daß in unserem Sonnensystem ein Körper unmöglich stillstehen kann; ein jeder muß sich vielmehr in Ellipsen, Parabeln oder Hyperbeln um die Sonne bewegen. Es existieren also gewaltige Meteorringe (vergl. Abb. 237), die um die Sonne kreisen und die Erdbahn an verschiedenen Stellen berühren oder schneiden. Berührt die Erde diese Stellen, so treten jene „periodischen" Meteore auf. — Es zeigt sich aber, daß jene Meteorringe nicht an allen Punkten gleich stark sind, denn in manchen Jahren fallen in den sternschnuppenreichen Nächten ganz besonders viele Meteore, so daß alle Welt darauf aufmerksam wird und das Publikum hinauseilt, um das wunderbare himmlische Feuerwerk mit anzusehen. Stundenlang fallen dann, wie ein Schneegestöber dicht, die leuchtenden Funken, so daß in einer einzigen Stunde 2000 bis 4000 Meteore von einem Beobachter gezählt werden können. Abb. 238 stellt einen solchen periodischen Sternschnuppenfall dar. Am 27. November 1872 zählte man in Göttingen in drei Stunden 7700 Meteore; in Rom gegen 14 000 in 5½ Stunden; in Münster in einer Viertelstunde 900 Meteore, usw.

Von einer wunderbaren Fülle und Großartigkeit muß der Sternschnuppenfall gewesen sein, den Humboldt und Bonpland am 12. November 1799 (es war also der Leonidenschwarm) zu Cumana in Südamerika beobachteten. Humboldt berichtet darüber: „Tausende von Feuerkugeln und Sternschnuppen fielen hintereinander stundenlang; kein Stück des Himmels so groß als drei Monddurchmesser, das nicht jeden Augenblick von Feuerkugeln und Sternschnuppen gewimmelt hätte!"

Die Eingeborenen erzählten, daß auch im Jahre 1766 in der gleichen Nacht ein solches Feuerwerk eintrat, und man schloß daraus, daß auch 1833 ein ähnliches Phänomen zu erwarten sei. Dies traf denn auch ein; ebenso war 1866 das prächtige Schauspiel wieder zu beobachten. Offenbar also existiert in dem Ring der Leoniden-Meteore eine besonders dichte Stelle (wie in Abb. 237 angedeutet), die alle 33 Jahre die Erdbahn berührt; mithin können wir schließen, daß der ganze Ring der Leoniden in 33 Jahren einmal eine Rotation um die Sonne vollendet hat. — Ähnliches gilt auch von den Perseiden und anderen Meteorringen. Es ist anzunehmen, daß jene dichte Stelle die Hauptwolke der Meteore ist, und daß sich von ihr aus die Meteore über die ganze Bahn zerstreuen, so daß schließlich einmal die Bahn überall gleichmäßig dicht mit Meteoren besetzt sein wird. — Der italienische Astronom Schiaparelli hat nun die Bahnen solcher Meteorwolken um die Sonne genau untersucht und dabei die überraschende Entdeckung gemacht, daß sie sich in genau den gleichen Bahnen bewegen wie bekannte Kometen. So ist die Bahn, welche die Perseiden beschreiben, zugleich die Bahn des dritten Kometen vom Jahre 1862, während

Abb. 238. Der große Sternschnuppenfall vom 27. November 1885
beobachtet im Mittelmeer
Nach einer Zeichnung von M. Eiffler

sich die Leoniden in der Bahn des Kometen 1866 I bewegen. Auch für andere Meteorringe haben sich die „zugehörigen" Kometen gefunden.

Diese hochinteressante Tatsache scheint also das Rätsel der Kometen zu lösen. Offenbar besteht der Kern eines Kometen aus einer ungeheuren Wolke von Sternschnuppen oder Meteorkörperchen. Diese Wolke erscheint in der Ferne in ihrer Gesamtheit als Komet. Auf diese Dinge kommen wir in dem folgenden Kapitel noch zurück.

Wie schon weiter vorn kurz erwähnt, hat man neuerdings den Eindruck, daß doch ein Unterschied gemacht werden muß zwischen Sternschnuppen und Meteoren. Zwar ist der materielle Aufbau der gleiche, aber wenn man die Bahnen berechnet, so erkennt man, daß die Sternschnuppen Mitglieder unseres Sonnensystems sind, in festen Bahnen, die vielfach übereinstimmen mit gewissen Kometenbahnen, um die Sonne wandern, während die Meteore aus dem Fixsternraum kommen. Dennoch ist in der ganzen Frage noch lange nicht das letzte Wort gesprochen, denn zuweilen tauchen auch in den Sternschnuppenschwärmen helle Meteore auf.

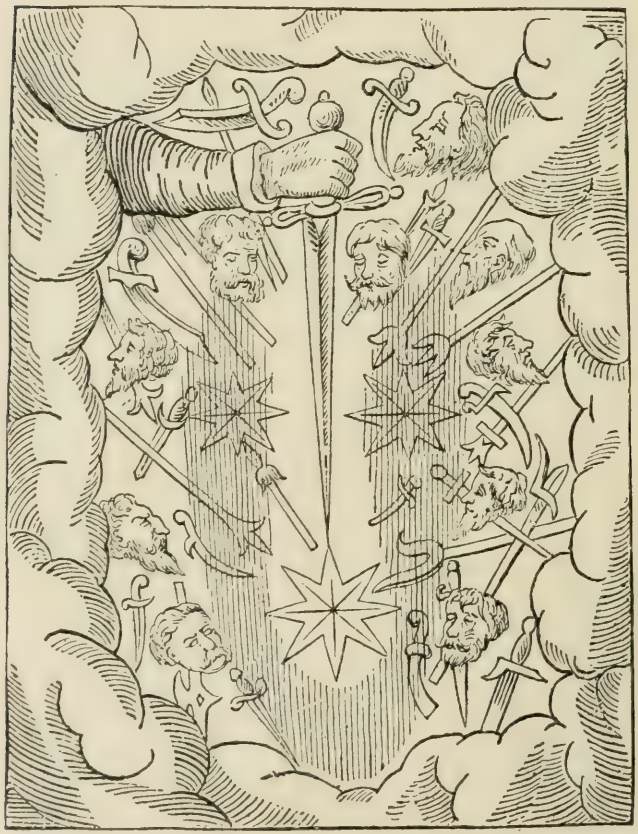


Abb. 239. Darstellung einer Kometenerscheinung vom Jahre 1528, in der Krieg und Mord symbolisiert ist

Wie sonderbar ist es doch, zu denken, daß Meteorsteine, die heute still in den Glaskästen unserer Museen liegen, vielleicht einmal einem Kometen angehörten, vor dem die Menschheit vor Jahrhunderten bußfertig und verängstigt auf den Knien lag, und dessen Trümmer nun nach Jahrmillionen langer Wanderung durch den Raum auf der Erde eine Ruhstatt fanden!

Abb. 240. Darstellung einer Kometenerscheinung
Aus dem Jahre 1577

„Es ist eine Zeit der Tränen und Not,
Am Himmel geschehen Zeichen und Wunder,
Und aus den Wolken, blutigrot,
Hängt der Herrgott den Kriegsmantel runter.
Den Kometen steckt er, wie eine Rute,
Drohend am Himmelsfenster aus,
Die ganze Welt ist ein Klagehaus. —"
Schiller.

Kometen und Kometenfurcht

Eine Kometenerscheinung im Mittelalter. Kometenfurcht in alter Zeit. Berichte über allerlei Unheil, das die Schweifsterne verursachten. Furcht vor Zusammenstößen der Erde mit einem Kometen. Von früheren großen Kometenerscheinungen. Der Komet Donati vom Jahre 1858. Der Riesenkomet von 1843. Schweiflängen großer Kometen. Die Zahl der Kometen ist eine sehr große. Aussehen teleskopischer Kometen. Kopf und Schweif, Kern und Coma der Kometen. Veränderungen und Umwandlungen der Kometen bei Annäherung an die Sonne. Die Materie der Kometenschweife ist von unvorstellbarer Feinheit. Die Beschaffenheit der Kometen und die Entstehung des Schweifes. Die Bahnen der Kometen und ihre Bewegung im Weltenraum. Der Komet Halley. Zusammenkunft der Erde mit Kometen in ihrer Bahn. Zusammenhang zwischen Kometen und Sternschnuppen. Der Komet Biela und sein Ende. Unbegründete Furcht.

Jahrhunderte zurück! Ein Frühlingsabend vor den Toren der Stadt. Die schweren eisernen Gitter, sonst schon längst geschlossen, sind heut offen geblieben, wie seit Tagen schon; auf Befehl des weisen Rates der Stadt. Läuft doch alles hinaus vor die Tore, um des Kometsterns greuliche Ungestalt zu sehen. Die Ratsherren mit mächtig gekräuselter Perücke, den langen Stock mit goldenem Knauf in der Hand, begleitet von den martialisch

dreinschauenden Offizieren der Stadtgarde, stehen auf der kleinen Anhöhe unter der Pappel. Nicht weit von ihnen die gelehrten Häupter mit wichtigen Gesichtern; der Chirurg und der Wundarzt der Stadt, einige Magister, der Apotheker und der Bibliothekarius. Handwerksmeister und Altgesellen mit Schurzfell und Mütze, Weiber und Kinder, Volk aller Art stehen in Gruppen, und die Wohlhabenderen und Angesehensten unter den Bürgern drängen, soweit es der geziemende Respekt zuläßt, den Ratsherren und den studierten Herren nahe, um vielleicht ein Wort zu erschnappen, wessen man sich von dem Schweifstern, der nun schon seit Tagen mit nie gesehenem Glanz über die Stadt hinzieht, zu versehen habe. — Die Dunkelheit ist ganz hereingebrochen, die Sterne leuchten auf, und nun, eine Bewegung geht durch die harrenden Gruppen, die inzwischen allerlei Vermutungen über des Sternes Bedeutung ausgetauscht haben, wird tief unten am Horizont ein heller Streif, gleich einem Nebelarm, sichtbar. Höher und höher zieht er herauf, länger und länger, immer glänzender wird der Strahl, und jetzt endlich, der Schweif hat bereits das halbe Firmament überzogen, wird das Ende mit dem glänzenden Stern, der selbst die hellsten Lichter des Himmels überstrahlt und fast dem Monde an Leuchtkraft gleichkommt, sichtbar. Der Türmer hat ihn schon eher erspäht, er gibt einige Schläge an die große Glocke, klar und feierlich schallen die Töne herüber auf die Stadtaue. Aller Augen sind auf das wunderbare Gestirn gerichtet, das den ganzen Himmel allein einnehmen zu wollen scheint. Um den ältesten Bürger der Stadt, ein eisgraues Männchen, hat sich eine Gruppe gebildet; der Alte hat noch die schlimme Pest vom Jahre 1618 mit erlebt, „die der damals sichtbare Riesenkometstern verschuldet hatte", und er erzählt mit eindringlichen Worten, wie der „schwarze Tod" gehaust, wie er ganze Familien hinweggerafft, wie niemand sich der nach vielen Hunderten zählenden Leichen in dem kleinen Städtchen habe annehmen wollen, und wie man in den Sterbehäusern einfach Fenster und Türen vernagelt oder vermauert habe, um das Schreckenshaus und seinen entsetzlichen Inhalt unschädlich zu machen. Den Zuhörern läuft es kalt über den Rücken, mit offenem und heimlichem Grauen sehen sie hinauf zu der leuchtenden „Zuchtrute Gottes", die drohend über die Lande zieht.

In der Gruppe der gelahrten Herren berichtet der Chirurg, daß im Jahre 1577, als einer der größten Schweifsterne, den je die Erde gesehen, über das Reich hinwegzog, viel Menschen und Vieh starben, da die giftigen Kometendünste das Wasser in den Brunnen und das Gras auf den Feldern verdorben hätten. — Der Apotheker weiß zu sagen, daß der Komet vom Jahre 1582, der über Dänemark hinzog, daselbst furchtbar viele und schrecklich anzuschauende Mißgeburten bewirkt habe; man habe sie Kometenkinder genannt, und der Pfarrer habe ihnen die heilige Taufe vorenthalten. Einer der Magister schüttelt zu alldem den Kopf. Er ist ein klar denkender, aufgeklärter Mann, der sich mit der Wissenschaft von den Sternen etwas

Erinnerung vnd Warnung/ von dem jetzt scheinenden Cometen/

so in diſem Monat Octobris/ deß jetzt lauffenden 80. Jars/ erſtmals erſchienen.

DJe erfarung gibts/ das auff erſcheinung der Cometen allzeit natürlicher oder vnnatürlicher weiſe etwas erfolget. Dann belangend die Natürlichen/ daranff erfolgende wirckungen bezeugen die Diſtorſen/ das offtmals durch die Cometen/ ſchreckliche vngeſtümmigkeit vnd brauſen heffriger Winde/ vngewönliche dürre vnd gifftige Qualiteten/ in den lüfften verurſacht werden. Darauff auch deß Getreydes mißwachs/ vergifftung an Menſchen/ vnd vntergang deß Vihes/ ſelten auſſen bleiben. Vnd ob wol Gott an die natürliche urſachen keinerley weiſe gebunden/ daß er wircken müſte/ eben wie es vns fürgebildet/ in dem/ was vnter dem Himel erſcheinet/ vnd geſehen wird. So leſt doch ſeine Göttliche Allmacht/ vns zur warnung ſolchs vorher lauffen/ vnd wil das alle Menſchen/ die vilerley enderungen der ſtraffen nit in Wind ſchlagen/ noch verächtlich halten ſollen. Exempel der natürlichen Effection zu erzelen iſt vnnötig. Was aber von den vnnatürlichen geſagt/ vnd geſchrieben wird/ iſt vngezweiffelt/ daß allzeit/ auff die in den lüfften angezündete Feurflammen/ welche Cometen genennet werden/ auch diſe hernach elende wirckungen erfolgen. Als nemlich/ das ſtraffen vber oll/ oder etliche Völcker/ vnd Länder ergehen/ welcher verderben darunter verkündiget wird/ neben den verenderungen/ der Regiment/ vnd tödlichem abgang fürnemer Regenten/ vnd derer ſo ſonſten zu verwaltung der Fürſtenthüme/ vnd anderer Herrſchafften von Gott verordnet ſein.

Solches iſt auch den Heyden bekandt geweſen. Daher Lucanus ſagt/ lib. 1. (viderunt) cruentâ tumendi.

Sideris & terræ mutantem regna Cometen.

Sie haben geſehen ein ſtral/	Im Lufft vnter deß Himel Sal/
Der vberauß ſchröcklich war/	Anzuſchawen in ſeinem Har/
Welcher auff der Erden zugleich/	Endert die Weltlichen Reich.

Es haben die Cometen/ ſo zu vnſern zeyten erſchienen/ mancherley Kriege beſchwerungen der Länder/ verenderungen der Regiment vnd abgang viler Herrn zuvorher angeſagt/ verkündigt/ vnd Prognoſticiret. Dieweil dann wir/ mit ſolchen Exempeln vberzeuget werden/ wil vns zu bekertzigen ſein/ ob nicht/ auß dem jetz leuchtenden Cometen/ etwas natürlicher/ vnd vnnatürlicher weiſe angedeutet wird/ vnd wir billich auff zumercken ſolten verurſacht werden.

Der Allmechtige Gott hat vor etlichen tagen/ diſem Monat Octobris/ deß letz lauffenden 80. Jars/ widerumb ein newes Fewr angezündet/ vnd biß daher ein ſchön Wetter geben. Vnd ſolches der vrſach halben/ das es nicht mit den Wolcken ſol bedecket ſein/ Sondern daß wirs am häytern Himel ſehen ſollen/ darmit wir nicht mit dem Gottloſen hauffen/ das geſpött darauß treyben/ vnd dem Epicuriſchen Geſind je Liedlein ſingen ſollen. Er letzet ſolches nicht one vrſach ſo hoch empor in den lüfften/ Sondern von deß wegen/ daß wir vnter dem hellen Himel ſolches dunckele/ vnd doch gründes Fewer anſchawen ſollen. Vnd in dem anſchawen/ das betrachten/ dauon der Vers ſaget:

Lucidus euertit ſplendentia regna Cometes,
Obſcurus tenues enecat igne Duces.

Das iſt/

Wenn ein hell brennender Comet/	In den öberſten lüfften ſtehet.
Werden gar groſſe Reich zerſtört/	Wie wir ſolche offt haben gehört.
Der dunckel ſcheint/ vber ſein krafft/	Daß er klein Herren hinweg rafft.

Neben diſem ſollen wir auch das zu hertzen führen/ das ſolche lufft Fackeln/ nicht ohn alles gefär angezündet werden/ ſondern auß erhalb der natürlichen vrſachen/ auch Gottes that/ vnd verſehung zubedencken ſey. Vber das/ ſollen wirs halten/ für eine Vätterliche warnung/ vns zum beſten dahin geſtellt/ vns das zuerinnern/ daß die ſtraffen nicht werden auſſen bleiben/ ſondern/ ehe dann wir vermeinen/ gehefft/ vnd hernach außgeſchütt werden.

Es ſollen vns ſolche Zeychen auch darzu dienen/ damit wir darauß lernen/ das Gottes zorn ein brennendes Fewr iſt/ vnd wenn er vber den Gottloſen hauffen angehet/ nicht leichtlich zu leſchen. Sollen jn mit vnſern ſünden nit auffſtacheln/ vnd je lenger/ je mehr dem rauchen/ Nicht ſo lang warten/ biß daß er in vnſern Hertzen anbrent/ vnd wir vnter den zeitlichen ſtraffen/ verſchwelcken/ Vnd da wir in vnbußfertigkeit fortfarn/ im ewigen Fewr gar verzeret werden.

Endlich/ ſol vns das Zornfewr erſach geben zu warhafftiger Buſſe in diſem leben/ ehe denn wir durch den zeitlichen Tod verkürtzt werden. Vnd daß wir in deß ſeligmachenden Glaubens troſt/ das Fewr vnd hitze deß heyligen Geiſts entpfinden. In rechter zuverſicht ſeliglich ſterben/ Vnd durch dem einigen Mittler/ in den herrlichen Himliſchen glantzenden Sal kommen/ vnd ewiglich vnſere wohnung drinn haben mögen. Der Son Gottes/ Jeſus Chriſtus/ wende ſeinen rechtmeſſigen zorn von vns ab/ mildere die ſtraffen/ vnd zünde durch deß Vatters/ vnd ſeinen heyligen Geiſt in vns an rechte buſſe/ einen lebendigen Glauben/ liebe/ demut/ anruffung/ ꝛc. Vnd erweiche vnſere Hertzen/ daß wir vnſer ſelbſt warnemen/ vnd die gnadenreiche zeit vnſer heimſuchung/ nicht mutwilliglich verachten/ Amen.

Zu Nürnberg bey Hans Macken Brieffmaler/ ins Apotecrehof/ beym Thiergärtner Thor.

Abb. 241. Kometenflugblatt vom Jahre 1580

beschäftigt hat und an den Einfluß der Kometen auf des Menschen Tun und Lassen nicht glaubt; er spricht etwas von der großen Ferne selbst der der Erde nahe kommenden Schweifgestirne, und daß ihre Rute nicht den Erdball treffen könne und keinerlei Dünste von ihnen herabsteigen könnten. Demgegenüber berichtet der Alte, der noch den schrecklichen Kometstern von 1618 gesehen, und der vorüberwandelnd etwas von dem Gespräch der Herren gehört, daß er mit eigenen Augen die dichten Dünste gesehen, die damals tagelang über der Erde lagen. Der Magister spricht von starken Nebeln, die es gewesen sein könnten, aber die Ängstlichen trauen der Erfahrung des Alten mehr, wie der Gelehrsamkeit des andern.

Inzwischen haben die weisen Herren vom Rat beschlossen, ein Kometen-Flugblatt drucken zu lassen (siehe Abb. 241), auf dem alles was über den Schweifstern in Erfahrung zu bringen war, verzeichnet sein soll, und in dem die Bewohner der Stadt ermahnt werden, ein geruhiges und Gott wohlgefälliges Leben zu führen, und zu erkennen, daß der Herr dieses Kometsterns drohende Rute als eine Warnung habe erscheinen lassen, daß der strafende Gott mit Krieg und Pest, mit Teuerung und Unfruchtbarkeit alle böse Tat strafen werde, wenn die Zornrute, die er am Himmel hinstrecke, nicht beachtet werde. — Auch die Prägung einer Kometenmedaille wurde erwogen; auf der einen Seite sollte die Stadt mit dem darüber schwebenden Kometen sichtbar sein, auf der anderen die Worte stehen: „Der Stern droht böse Sachen — Vertraue Gott, er wird's wohl machen!" — Der Torwächter bläst ins Horn, das Stadttor soll geschlossen werden, die Bürger eilen schnellen Schrittes heimwärts; bedächtig wandeln die Väter der Stadt den Mauern zu; sie sind in Sorgen. Aus Berlin-Cölln ist schlechte Zeitung gekommen. Der Kurfürst soll krank sein; andere wieder sagen, die polnische Königskrone sei ihm angetragen und er gedenke sie diesmal anzunehmen, weshalb die Schweden und die Franzosen zum Kriege rüsteten. Sicherlich dräut der schlimme Stern da droben mit einer Änderung im Regiment und mit einem blutigen Krieg. So ziehen sie sorgenerfüllt durchs eiserne Tor, das sich knarrend hinter ihnen schließt, und blicken bekümmert und gedankenvoll hinauf zu dem unheildrohenden Fremdling am Himmel, der mit majestätischer Pracht und Ruhe über den Himmelsbogen zieht. — — —

Wie wir es eben in einem Momentbilde festzuhalten und darzustellen versuchten, so trug es sich in Wahrheit zu, wenn in jenen Zeiten ein Komet von Glanz und Größe am Himmel erschien. Von wenigen aufgeklärten Köpfen abgesehen, die es ja zu allen Zeiten und überall gegeben hat, sah man nicht die Schönheit des Schauspiels, das ein großer Komet bietet, sondern lebte, solange das sonderbare Schweifgestirn am Himmel stand, in beständiger Furcht, irgendein böses Ereignis stände bevor. Was man den Kometen alles für Schlechtigkeiten zutraute, sagt sehr schön das Reimsprüchlein des Chronisten Wolfgang Hildebrand vom Jahre 1690:

Abb. 242. Der Komet Donati zur Zeit seines größten Glanzes
(Oktober 1858)
Nach einer Zeichnung von M. Eiffler

„Es zeigen uns alle Cometen zwar
Sehr viel Unglück, Trübsal, Noth und Fahr,
Und hat niemals eines Cometen Schein
Pflegen ohn' böse Bedeutung zu seyn.
Achterlei Unglück insgemein entsteht,
Wenn in der Luft erscheint ein Comet:
Viel Fieber, Krankheit, Pest und Todt,
Schwere Zeit, Mangel und Hungersnoth,
Groß Hitz, dürre Zeit, Unfruchtbarkeit,
Krieg, Raub, Mord, Aufruhr, Neid und Streit,
Frost, Kälte, Sturmwetter, Wassersnoth,
Viel hoher Leute Abgang und Todt,
Groß Wind, Erdbeben an manchem End,
Viel Aenderung der Regiment.
Solch Unglück insgesamt entsteht,
Wenn ein Comet am Himmel geht.
Wenn wir aber Buße thun von Hertzen,
So wendet Gott manch Unglück und Schmertzen."

Alles Unglück, das zu einer Zeit geschah, wo ein Komet am Himmel hinzog, kam auf sein Konto, und oft die allerseltsamsten Dinge. So berichtet z. B. ein Chronist: „Anno 1668 ain groß Cometstern und ain groß Sterben unter den Katzen in Westfahlenland." Sicher wären die westfälischen Katzen auch ohne den Kometen erblichen, aber so mußte der harmlose Schweifstern herhalten. Zu einer anderen Zeit wurde von dem gerade sichtbaren Kometen berichtet: „Hier war ein entsetzlicher Comet zu sehen und überall Seuche des Hornviehes." Aus dem Jahre 1538 teilt ein Chronist in Rom mit: „Der heurige Komet hat noch gar kein Unglück im Gefolge gehabt, außer daß er in einem Dorfe bei Rom glücklicherweise (!) die Geburt eines Kalbes mit zwei Köpfen bewirket!" Der Astronom Mädler bemerkt dazu sehr richtig, daß in einer Zeit, in der an Köpfen entschieden Mangel war, ein Wesen mit zwei Köpfen allerdings Aufsehen erregt haben muß. — Auf die Kometenfurcht beziehen sich auch die diesem Kapitel vorgedruckten Zeilen aus Schillers „Wallenstein", der bekannten „Kapuziner-Predigt" entnommen.

Krieg und das Wüten des Todes in furchtbaren Seuchen oder seine Einkehr in das Herrscherhaus, womit ja in jenen unglücklichen Zeiten des Despotismus zugleich auch Thronstreitigkeiten, Bürgerkriege usw. verbunden waren, das galt allgemein als der Kometen schlimme Botschaft. Das war eben noch die Zeit des tiefen Aberglaubens, der Teufelsbeschwörungen und Hexenprozesse. Ein polnischer Edelmann schreibt 1664 über einen Kometen an seinen Freund: „Der Comet beweiset sich allhier noch vom 15. diß und hat der alte sternkuker Zorawski seine Gedanken darüber dahin entdecket, daß er große veränderungen und confusionen nach sich ziehen würde, im Falle ihre K. Majestät die bishero vorgelaufene Misverständnisse nicht mit Gnad und Güte bedecken und vergessen würden . . ."

Später berichtet derselbe Edelmann aus Wien: „Es ist sonsten aus Spanien anhero avisieret worden, daß man in Kastilia la Viega in den

gebürgen daselbst ein monstrum gefunden, von 30 schuhe lang und vier hoch, dessen gestalt wie ein halber Mensch, Crocodil und Satyr mit hörner gewesen, mit einem Comet und vier Buchstäben . . . So melden auch die extraordinarii eingetroffene Briefe von Grätz, daß den 24. April daselbsten ein schöner Sabel im hellen Tag am Himmel gesehen worden." Die durch allerlei Befürchtungen erhitzte Phantasie gab den Kometen in den Augen jener Leute entsprechende Formen. Man findet sie häufig in Gestalt von Schwertern, Dolchen, Drachen usw. abgebildet, von möglichst schaurigem Beiwerk umgeben. (Abb. 239.)

Eine französische Chronik aus dem Mittelalter berichtet: „Anfang Juli 1223 ein sogenannter Cometstern am Himmel, ein Zeichen für die Erschütterung des Königsreiches; König Philipp lag zu Mantua im Fieber und starb am 14. Juli 1223!" Im Museum zu Paris befindet sich eine Kometenmedaille aus dem Jahre 1619. Auf der einen Seite sieht man die Menschen zu Tausenden am Boden liegen und Gott anrufen; über ihnen schwebt der Komet. Auf der anderen Seite liest man die Worte: „Gott gieb, daß uns dieser Cometstern Besserung unseres Lebens lern. 1619."

Abb. 243. Photographie des Kometen Perrine am 29. Oktober 1902 Phot. Lick-Sternwarte

Man tat freilich auch sein möglichstes, um die bösen Kometen unschädlich zu machen. So erklärte Papst Clemens VII. einen 1532 erschienenen Kometen als Teufelsspuk und schleuderte den Bannfluch gegen ihn. Damit glaubte der fromme Vater die Christenheit gerettet, und gleichzeitig den Türken, die damals wieder sehr unbequem wurden, den Schweifstern auf den Leib gehetzt zu haben. Dieser indessen zog ruhig seine ferne Bahn,

Abb. 244. Photographie eines teleskopischen Kometen (Komet Perrine 1902) Hergestellt von J. Roberts

kümmerte sich nicht um Rom und nicht um die Türken und hatte für den Streit, wer denn nun eigentlich die Ungläubigen seien, kein Verständnis. Es ist anzunehmen, daß er auch heute noch trotz des Bannstrahles gemütlich in irgendeinem fernen Winkel des Weltenraumes einherstolziert. — Herzog Eberhard von Württemberg ließ 1665 „wegen des nachdenklichen Kometsterns" Bußpredigten abhalten, „damit der Herre Gott nit mag hereinbrechen mit den Strafen so er vorhat!" Als die Franzosen 1812 in Moskau einzogen, das dann bekanntlich in Flammen aufging, erzählte ihnen ein Lehrer, der zurückgeblieben war, daß man den Hereinbruch der Katastrophe in Moskau schon lange gewußt habe, „denn der Komet habe gar so greulich über der Stadt geleuchtet!" Gemeint ist hier der prächtige Komet von 1811. Uralt und immer neu ist der Kometenaberglaube. Schon 371 v. Chr. brachte man die Überschwemmung der Städte Helice und Bura mit einem Kometen in Verbindung, und noch um die Mitte des 19. Jahrhunderts ließ ein Arzt in England alle Brunnen zudecken als ein Komet erschien, damit die giftigen Kometengase nicht die Wasser verderben sollten. 1829 schrieb der Chirurg Forster: „Es ist zweifellos, daß seit Beginn unserer Zeitrechnung diejenigen Jahre die ungesundesten waren, in denen viele Kometen erschienen — in gesunden Zeiten hat man hingegen nie einen größeren Kometen erblickt."

Abb. 245. Photographie des Kometen Swift. April 1892

Sagte man sich in neuerer Zeit mehr und mehr von solchem Aberglauben los, so wuchs die Furcht hingegen, daß ein Komet mit der Erde zusammenstoßen könnte, und häufig ist große Aufregung wegen solcher Befürchtungen entstanden. Man hatte fast allgemein die Ansicht, die Kometen seien nicht an feste unabänderliche Bahnen gebunden, sondern sie, die schon ganz anders

Abb. 246. Der Riesenkomet von 1843. Nach einer Zeichnung von M. Eiffler

aussähen als die ruhigen und soliden Sternlein sonst, seien Himmelsvagabunden, krakeelsüchtige Raufbolde, die mit den ehrbaren Sternen Rempeleien suchten. Aber wie in allen *irdischen* Reichen, so muß auch im Reiche der Urania Ordnung herrschen, soll es bestehen.

Mehr als 500 Millionen Sterne sehen wir rings am Firmament mit unseren modernen Riesenfernrohren. Ungezählte Kometen durchziehen den Weltenraum, und es wäre eine schöne Wirtschaft, wenn es dort oben nicht durchaus gesetzmäßig zuginge, wenn all die Sterne und Sternlein nach Belieben den Raum durchschwärmen könnten. Das wäre ein ewiges Karambolieren und Rempeln, eine allgemeine Anarchie würde im Reiche der Sterne entstehen, und der liebe Gott hätte nachher alle Hände voll zu tun, um alles wieder in Ordnung zu bringen. So aber sehen wir, daß die Sterne seit Jahrtausenden — ja wir können getrost sagen: seit Jahrmillionen — ihre Straße ziehen in ganz gesetzmäßiger Weise, und daß Zusammenstöße zwischen Weltkörpern, von denen manche Gemüter seltsamerweise ziemlich häufig träumen, fast ausgeschlossen sind.

Die Kometen sind die Prügelknaben; was kommt nicht alles auf ihr Konto! Und doch, sie sind so harmlose, ja im Grunde genommen, so klägliche Gesellen, daß es mir gestattet sein möge, hier einiges zu ihren Gunsten vorzubringen, über ihr eigenartiges Dasein einiges mitzuteilen, das dartun soll, wie die Kometen in der Tat die interessantesten Himmelskörper sind, und zum Teil noch recht rätselhaft, wie sie aber auch umgekehrt sehr leichte, windige Gesellen sind, die an Solidität — das Wort im weitesten Sinne genommen — viel zu wünschen übrig lassen.

Es scheint, als ob die Kometen gegenwärtig diejenigen Gegenden des Sonnensystems, in denen sich unsere Mutter Erde bewegt, mit konstanter Bosheit meiden, wenigstens hat sich seit dem Jahre 1882, in dem der letzte glänzende Schweifstern die Bewunderung der Erdbewohner erregte, kein *großer*, wirklich *glänzender* und dem freien Auge ein auffälliges Objekt bietender Komet in diesen Breiten des Weltenraumes sehen lassen. Indessen werden sich die bekannten „ältesten Leute" noch jenes wunderbaren „*Kometen Donati*" *) vom Jahre 1858 erinnern, der die September- und Oktoberabende des genannten Jahres durch seine feierlich leuchtende Erscheinung so sehr interessant machte. Damals wanderte alles nach Feierabend ins Freie hinaus, um den mächtigen Kometstern mit seinem langen, schön gekrümmten Schweif anzustaunen. (Siehe Abb. 242.) Gerade jene schönen *Schweife* — das Hauptcharakteristikum der Kometen — lassen uns diese Gestirne so abenteuerlich und gefährlich erscheinen, und sie sind es auch, die dem Astronomen oder besser dem Astrophysiker, das meiste Kopfzerbrechen verursachen, ihm heute noch ein Rätsel sind, wie wir noch sehen werden. Die Ausdehnung dieser Kometenschweife ist eine ganz gewaltige.

*) Man nennt die Kometen gewöhnlich nach ihrem Entdecker.

Der Schweif des schönen Kometen Donati war zur Zeit seiner größten Entwickelung noch etwas ausgedehnter als das schöne Sternbild des „Großen Bären"; damals stand der Komet aber immerhin noch 100 Millionen Kilometer von der Erde entfernt, und die wahre Länge des Schweifes betrug demnach rund 85 Millionen Kilometer. Noch länger war der Riesenkomet von 1843 (Abb. 246). Wie der Strahl eines ungeheuren Scheinwerfers überzog er — schmal und lang den ganzen Himmel. Wenn sein Kopf schon tief unter dem Horizont stand, war die Spitze des Schweifes noch senkrecht über den Köpfen der staunenden Menge, die überall auf der ganzen nördlichen Halbkugel ziemlich erregt die feurige Rute, die gar vielen eine Zuchtrute des Herrn schien, anstaunte. Dieser gewaltige Komet hatte einen Schweif von 250 Millionen Kilometer Länge. Wie riesenhaft diese Ausdehnung ist, ermißt man leicht, wenn man bedenkt, daß die Entfernung der Erde von der Sonne — jene Riesenstrecke, die ein Schnellzug in etwa 190 Jahren erst durcheilen könnte — nur 149 Millionen Kilometer lang ist.

Aber wie gesagt, derartig ausgewachsene Exemplare von Kometen sind leider recht selten. Die allgemeine Degeneration scheint auch die Kometen ergriffen zu haben, denn die Schweifsterne der letzten Dezennien waren recht schwächliche Geschöpfe. Fast immer haben wir einen, oft zwei kleine Kometen am Himmel, denn die Zahl dieser Gestirne ist eine außerordentlich große, gegen 900 Kometen sind seit historischen Zeiten beobachtet worden, und 25 Kometen kennen wir heute schon als ständige Mitglieder unseres Sonnensystems, aber die Kometen der letzten Jahre waren fast ausschließlich sogenannte teleskopische Kometen, d. h. sie waren nur im Teleskop sichtbar und interessierten nur den Astronomen, der ihnen auf seiner stillen Warte nachspürte und sie, wenn möglich, auch photographierte. Die Photographien solcher teleskopischen Kometen sehen wir in Abb. 243 und 244. Letztere sieht etwas merkwürdig aus, und es ist daher vielleicht angebracht, etwas über ihr Zustandekommen zu sagen. Das Licht der teleskopischen Kometen ist so schwach, daß man von ihnen keine Momentaufnahme herstellen kann; man muß vielmehr zuweilen eine Stunde und noch länger exponieren, um eine gute Kometenphotographie zu erhalten. Während dieser Zeit hat sich aber der Komet schon ein gutes Stück unter den Sternen fortbewegt, und der am Fernrohr befestigte photographische Apparat wird daher entsprechend der Schnelligkeit, mit der der Komet am Himmel weitereilt, diesem durch ein Uhrwerk nachgedreht, so daß der Komet unverändert auf dieselbe Stelle der photographischen Platte wirkt. Die Sterne haben inzwischen ruhig ihren Platz beibehalten; da aber der photographische Apparat bewegt wurde, so erscheinen sie nicht als scharfe Punkte, sondern als Striche, ebenso wie die Flamme einer Straßenlaterne als Strich erscheinen würde, wenn wir den photographischen Apparat während der Aufnahme in gerader Linie weiterbewegten. Wir sehen bei dem teleskopischen Kometen in Abb. 243

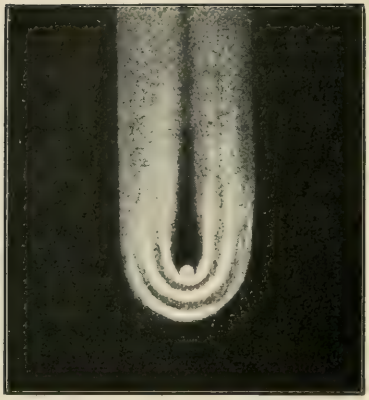


Abb. 247. Kopf des Kometen Coggia (1874)

bereits einen ausgeprägten Schweif; indessen kommen auch schweiflose Kometen vor, ja bei allen Kometen entsteht der Schweif erst, wenn sie sich der Sonne nähern. Alle Kometen, auch die allergrößten, sind zur Zeit ihrer Entdeckung, d. h. wenn sie noch in ungeheuren Fernen schweben, ganz winzige, matte Lichtwölkchen, die der Laie im Fernrohr kaum zu erkennen vermag, während das geübte Auge des Astronomen sie leicht erblickt und sie durch ihre Bewegung leicht von den ewig ihren Ort beibehaltenden „Nebelfleckchen", die ähnlich aussehen, aber ganz andere Gebilde darstellen, unterscheidet. Einen solchen, in sehr großer Ferne schwebenden Kometen, der noch eine unbestimmte Nebelwolke ohne einen deutlichen Schweifansatz darstellt, zeigt unsere Abb. 244.

Man unterscheidet an jedem Kometen drei Hauptteile, den „Kern", einen hellen, meist sternartigen Lichtfleck vorn, den eine weniger helle Dunsthülle, „Coma" genannt, umgibt. Kern und Coma bilden zusammen den „Kopf" des Kometen. Unsere Abb. 247 zeigt den von schönen Lichthüllen umgebenen Kopf des Kometen Coggia. An den Kopf des Kometen setzt sich dann der sogenannte Schweif an.

Je mehr sich nun ein Komet (dessen Entdeckung und Ort am Himmel inzwischen von den Zentralstellen der verschiedenen Länder durch astronomische Telegramme allen Sternwarten der Welt mitgeteilt worden ist, so daß der exotische Fremdling überall mit den langen Himmels-Operngucken verfolgt werden kann), je mehr ein Komet sich also der Sonne nähert (und damit auch der Erde), um so mehr ändert sich seine ganze Gestalt. Im Kopf des Kometen gehen allerlei Veränderungen vor sich, die zum größten Teil noch heute vollkommen rätselhaft sind. Ohne Zweifel aber ist die Sonne bezw. sind die von der Sonne ausgehenden Kraftwirkungen die Ursache dieser Umwandlungen. Der Kern des Kometen ist es, der sich hierbei umformt, oder besser ausgedrückt —, die den Schweif bildende und all jene schönen halbbogenförmigen Lichthüllen erzeugende Materie entströmt dem Kern des Kometen. Der Schweif entwickelt sich stets auf der der Sonne abgewendeten Seite des Kometen, und stets bleibt er bei allen Bewegungen des Kometen so stehen (Abb. 252). Kleinere Kometen, oder solche, deren Bahn so gelegen ist, daß sie der Sonne nicht besonders nahe kommen, bilden nun eben keine sehr auffälligen Objekte. Zuweilen aber kommen diese seltsamen Gebilde der Sonne so nahe, daß sie fast deren Oberfläche streifen, wie

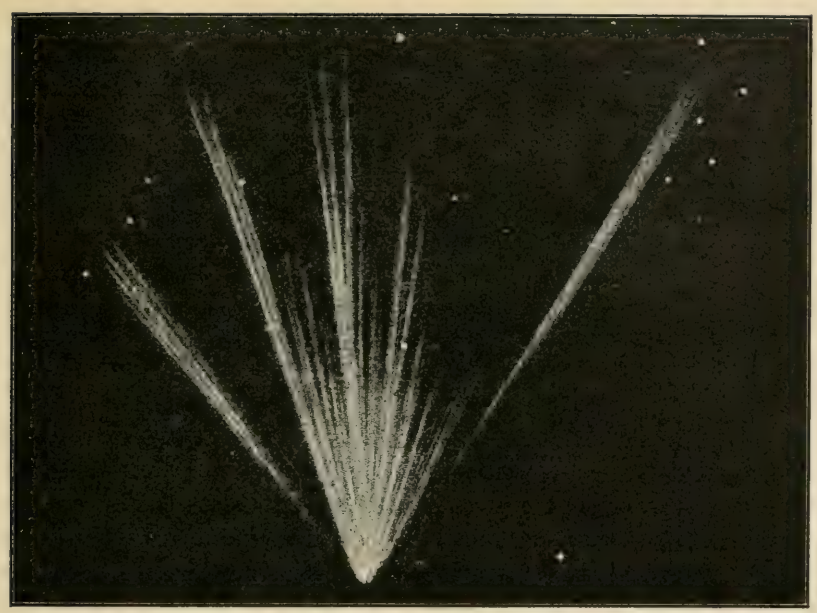


Abb. 248. Komet mit fünf Schweifen vom Jahre 1861
Nach einer Zeichnung von M. G. Williams

der Komet von 1882, und wenn es sich dann noch um einen großen Kometen handelt, so entwickelt sich jener mächtige Schweif, wie wir ihn beim Kometen von 1843 und beim Kometen Donati erwähnten. Mehrfach hat man auch Kometen mit mehreren, ja mit 5 und 7 Schweifen beobachtet, wie Abb. 248 zeigt, und auch der Komet Donati besaß einen kleinen Nebenschweif, der auf Abb. 242 sichtbar ist. Beim Kometen Donati hat man die Bildung eines solchen mächtigen Schweifes in allen Stadien beobachten können. Je näher der Komet der Sonne rückte, um so intensiver wurden die aus dem Kern quellenden Ausströmungen, die zunächst vor dem Kern in Gestalt von halbmondförmigen Lichtbögen (siehe Abb. 250) lagen und dann schnell an der Bildung des Schweifes Anteil nahmen. Wie gewaltig diese Ausströmungen sind, erhellt z. B. daraus, daß sich beim Kometen Donati in einem Zeitraum von 48 Stunden eine Lichtbrücke aus dem Kern entwickelte, die gegen 15 000 Kilometer lang war.

Wenn man nun aber den Kometenschweif selber ins Auge faßt, so zeigt es sich, daß dieser von einem ganz unvorstellbar feinen, dünnen Medium gebildet sein muß. Es wurde schon erwähnt, wie ungeheuer groß die Kometenschweife sind, nun leuchten aber selbst die allerkleinsten Sternchen, vor denen der Komet vorüberzieht, durch den viele Millionen Kilometer dicken Schweif hindurch, Sternchen, die uns schon eine kleine Lämmerwolke vollkommen verdunkelt. Offenbar also ist die Materie des Kometen-

Abb. 249. Spektrum eines Kometen
Als Vergleich darüber das Spektrum des Kohlenstoffes

schweifes so dünn, daß sie selbst in einer Mächtigkeit von Millionen Kilometern glasdurchsichtig ist. Wir kennen kein Gas, das diese Feinheit hat; in solcher Mächtigkeit wäre unsere irdische Luft z. B. vollkommen undurchsichtig, es muß also die Kometenschweifmaterie weitaus dünner sein, als unsere Luft.

Es ist außerordentlich schwierig, über diese merkwürdige Materie der Kometenschweife näheres zu sagen; sie zeigt einerseits allerlei physikalische Erscheinungen, und scheint andererseits wieder ein vollkommen gewichtloses, unwesentliches Etwas zu sein. Es zeigt sich sehr deutlich, daß die Schweifmaterie, die immer nach der der Sonne abgewendeten Seite wandert, von der Sonne abgestoßen wird, und auch dieser Umstand macht es fast zur Gewißheit, daß es elektrische Kräfte sind, die hier wirken. Daß von der Sonne wirklich elektrische Kräfte ausgehen, ist aus anderen Beobachtungen zweifellos geworden. Man stellt sich also die Entstehung der Kometenschweife etwa folgendermaßen vor: Der Kern des Kometen besteht aus festen Massen, aus Gesteins- und Metallmassen, wie wir noch näher auseinandersetzen werden. Er ist von einer Gashülle, der Coma, umgeben, die aus Kohlenwasserstoffgasen, wie das Spektroskop zeigt, gebildet wird. Kommt der Komet in die Nähe der Sonne, so strömt unter dem Einfluß der großen Erhitzung mehr und mehr Gas aus dem Kern und nimmt einen immer größeren Raum ein. Unter dem Einfluß der elektrischen Fernwirkung der Sonne müssen die Gase nach dem Gesetz, daß sich zwei mit gleicher Elektrizität geladene Körper abstoßen, nach der der Sonne entgegengesetzten Richtung getrieben werden. Ohne Zweifel aber entstehen bei dem heftigen

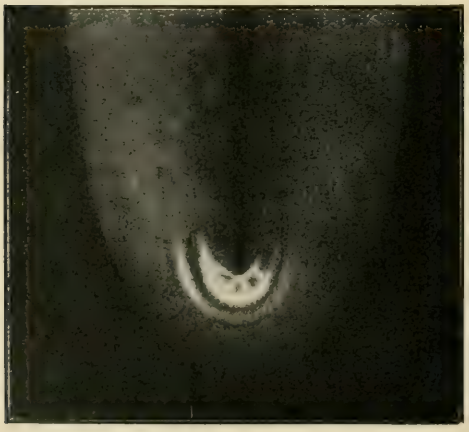


Abb. 250. Lichthüllen am Kopf des Kometen Donati. 1858

Ausströmen des Gases aus dem Kern elektrische Kräfte, und es ist nicht unmöglich, daß auch das Aufleuchten des Kometenschweifes elektrischer Natur ist. Der Kometenkern wird unter dem Einfluß der Sonne sozusagen zu einer „Kathode“ (jenem einen Pol in den luftleer gemachten Glasröhren, von dem das seltsame Kathodenlicht, die „Kathodenstrahlen“ ausgehen) und bringt so das Leuchten des Kometenschweifes hervor.

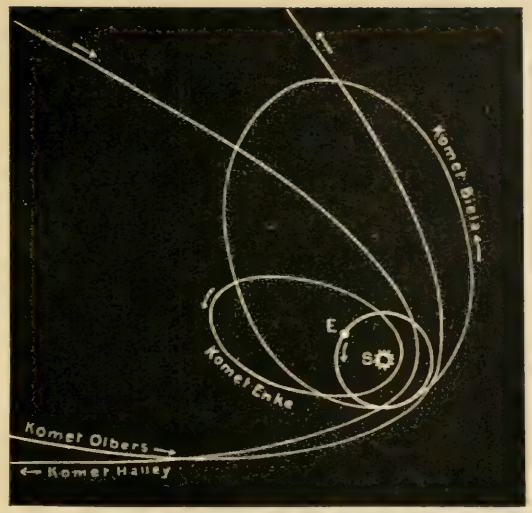


Abb. 251. Lage einiger Kometen-Bahnen zur Erdbahn

Für die geringe Materie der Kometen spricht auch noch ein anderer, sehr wichtiger Umstand. Wir wissen, daß alle Körper im Raume einander anziehen. So zieht die Sonne die Erde an, aber auch umgekehrt, die Erde die Sonne. Da aber die Sonne mächtiger ist als die Erde, viel mehr Materie besitzt als diese, so ist die Erde von der Sonne abhängig in allen ihren Bewegungen. Umgekehrt ist der Mond, da er weniger Materie, weniger Masse besitzt als die Erde, dieser untertan. Würde nun plötzlich ein Körper in unser Sonnensystem eindringen, der sehr viel mehr Masse besitzt als die Sonne, so würde die Erde (vorausgesetzt, daß jener Körper der Erde so nahe käme, wie ihr heute die Sonne kommt) die Sonne verlassen und dem mächtigeren neuen Stern folgen. Nun sind schon sehr häufig Kometen der Erde außerordentlich nahe gekommen, noch nie aber hat einer von ihnen den Erdball um eine Winzigkeit beeinflußt. Als 1770 der Komet Lexell der Erde sehr nahe kam, ließ sich berechnen, daß er — wenn seine Masse auch nur den fünftausendsten Teil der Erdkugel betragen würde — die Erde in ihrem Lauf so stören müsse, daß das Jahr dadurch um zwei Sekunden verkürzt würde. Nicht die geringste Änderung der Jahreslänge ließ sich aber konstatieren; dagegen warf der Planet Jupiter, dem der Komet auch einmal zu nahe auf den Leib rückte, diesen Himmelsvagabunden vollständig aus seiner Bahn.

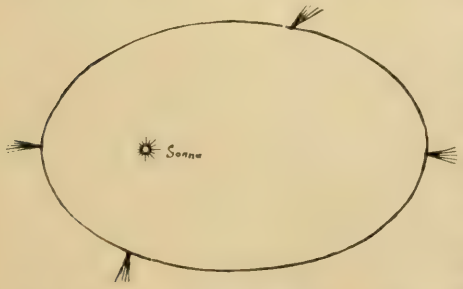


Abb. 252. Der Schweif des Kometen ist immer von der Sonne abgewendet

Abb. 253. Bahn des Kometen Halley und der Erde

Es ist klar, daß Weltkörper von so geringer Masse nicht sonderlich gefährlich werden können, und schon aus diesem Grund ist die Kometenfurcht vollkommen unmotiviert. Aber wie steht wohl die Sache, wenn ein solcher Komet der Erde nicht nur nahe kommt, sondern direkt mit ihr zusammenstößt?

Ehe wir diese Frage beantworten, wollen wir einmal zusehen, wie sich die Kometen überhaupt im Raume bewegen. Jedermann weiß, daß es *periodische* Kometen gibt, die nach bestimmter Zeit, die der Astronom genau vorher zu sagen weiß, *wiederkehren*. Diese Kometen bewegen sich genau so wie die Planeten in festen geschlossenen Bahnen um die Sonne. Die Bahn des einen ist in Abb. 120 eingezeichnet, und wir kennen heute 25 Kometen dieser Art, die schon in mehreren Wiederkünften, mehreren Umläufen beobachtet wurden. Freilich sind diese Bahnen wesentlich anders gestaltet, als die Bahnen der Planeten. Während die letzteren einem *Kreise* ziemlich nahe kommen, sind die Kometenbahnen meist sehr langgestreckte *Ellipsen*, oder aber sogenannte „*Parabeln*" und „*Hyperbeln*".

In unserer Figur 251 sieht man die Lage einiger Kometenbahnen zur Erdbahn. S ist die Sonne, E die Erde in ihrer um S fast kreisförmig verlaufenden Bahn. Die Bahnen der Kometen Biela und Encke sind in der Figur noch vollkommen sichtbar, die Bahnen der Kometen Halley und Olbers aber sind, wie man sieht, außerordentlich viel langgestreckter. Während die Entfernung der Planeten von der Sonne nahezu immer die gleiche bleibt, ändert sich die Entfernung der Kometen von der Sonne (wie man bei näherer Betrachtung der Figur leicht sieht) außerordentlich. So ist der Komet Halley — der alle 76½ Jahre wiederkehrt — in

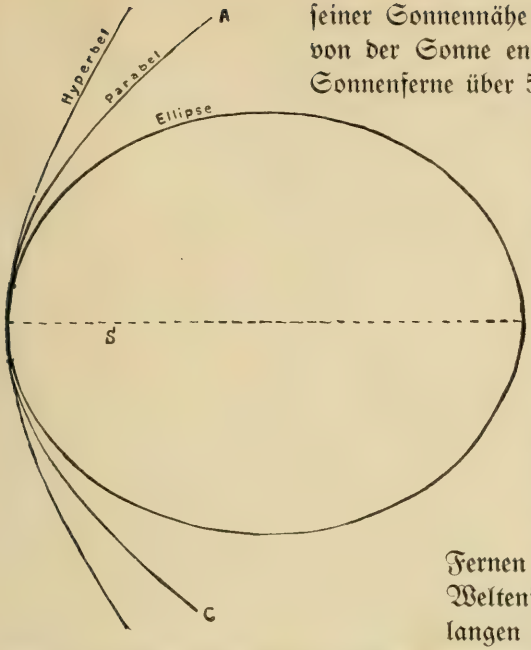


Abb. 254. Ellipse, Parabel, Hyperbel

seiner Sonnennähe nur 100 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt; dagegen steht er in der Sonnenferne über 5000 Millionen Kilometer fern vom Sonnenball (Abb. 253). Noch seltsamer liegen die Verhältnisse bei einem anderen Kometen (Komet von 1680); dieser kommt der Sonne bis auf etwa 240 000 Kilometer nahe und entfernt sich von ihr 130000 Millionen Kilometer. In der Sonnennähe durchläuft er in einer Sekunde 550 000 Meter, in der Sonnenferne nur 4 Meter. Bis in die fernsten Fernen hinaus steuert dieser seltsame Weltensegler und braucht zu seiner langen Reise 8820 Jahre.

Man glaubte früher, daß die Kometen aus fernsten Fixsternräumen zu uns kommen und daß die periodischen Kometen, also diejenigen Schweifsterne, die jetzt ständige Mitglieder unseres Sonnensystems sind, infolge der Störungen durch Sonne und Planeten in ihren Bahnen verändert wurden, „eingefangen" wurden. Sehr eingehende mathematische Untersuchungen neuer Zeit widersprechen diesen älteren Anschauungen. Sie zeigen, daß die in scheinbar hyperbolischen Bahnen aus der Unendlichkeit kommenden Schweifsterne diese Bahnen erst durch Einwirkungen der Planeten erhalten, denen sie sich nähern, daß sie vordem in sehr langgestreckten Ellipsen oder in Parabeln liefen. Man hat heute die Überzeugung gewonnen, daß der Ursprungsort der Kometen in Meteor- und Sternschnuppenanhäufungen zu suchen ist, die an den Grenzen unseres Sonnenreiches, weit jenseits der Bahn des Neptun, wahrscheinlich in mächtigen Ringen unser Planetensystem umgeben. Alle Kometen gehören demnach dem Sonnensystem an und kommen aus seinen letzten Tiefen in außerordentlich langgestreckten Ellipsen in die der Sonne näheren Räume. Hier erst können die Bahnen so umgewandelt werden, daß ein Komet, der einmal eine prächtige Erscheinung an unserem Himmel bot, nie wieder in unseren Sehbereich tritt. Wie ein exotischer Prinz, in glänzendem Gewande, kam er aus weiter Ferne, um der Sonnenkönigin seinen Besuch zu machen, und er verschwindet wieder in Räume, wo diese selbe Sonne nur noch als ein winziges Sternlein sichtbar ist.

Einer der interessantesten periodischen Kometen ist der schon oben erwähnte Komet Halley. Bei Berechnung der Bahnen verschiedener Kometen erkannte der englische Astronom Halley 1705, daß ein Komet vom Jahre 1531, einer von 1607 und von 1682 nahezu dieselbe Bahn beschrieben hatten. Halley kam auf den Gedanken, daß es sich hier um ein und dasselbe Gestirn handeln könnte, das in einigen siebzig Jahren einen Umlauf um die Sonne vollendet. Er berechnete und verkündete daher die Wiederkehr dieses Kometen für das Jahr 1758. Es war das erste Mal, daß man die Rückkehr eines Kometen voraussagte! Die Berechnung wurde dann von dem Astronomen Clairaut und der Rechnerin Madame Lepaute genauer wiederholt, und das

Abb. 255. Komet Halley im Jahre 1910
Aufnahme der Sternwarte zu Madrid

Eintreffen des Schweifsterns für das Frühjahr 1759 angekündigt. In der Tat wurde Halleys Komet von dem Bauer Palitzsch, der sich viel mit Astronomie beschäftigte, in Prohlis bei Dresden schon im Dezember 1758 erblickt, und im März des nächsten Jahres erreichte das Gestirn, wie vorausgesagt, seine Sonnennähe. Später ließ sich feststellen, daß dieser Komet bereits seit dem Jahre 12 v. Chr. beobachtet worden war und fast in jeder Wiederkehr, alle 76 Jahre, von alten Chroniken verzeichnet wurde. Auch im Herbst 1835 traf der seltene Gast wieder bei uns ein. Pünktlich erschien er auch 1910 wieder. Gemäß der Voraussage erreichte er am 18. April den Punkt der Sonnennähe und kam in der Nacht vom 18. zum 19. Mai der Erde so nahe, daß diese sich einige Zeit im Schweif des Kometen befand, ohne daß dieses Ereignis irgendwie bemerkbar wurde. Während das Gestirn in südlichen Gegenden recht hell war, enttäuschte es hier bei uns alle Beobachter, denn es blieb in der Dämmerung ein Wölkchen mit kleinem, sternartigem Kern. (Siehe Abb. 255.)

Unter den Kometen, die in festen Bahnen um die Sonne wandern, gibt es einige, deren Bahnen so gelegen sind, daß sie die Erdbahn an einem Punkte berühren. Kommen nun Erde und Komet an einem schönen Tage

zufällig beide zu gleicher Zeit in diesem Punkte ihrer Bahn an, so gibt's ein Unglück! Kein Weichensteller ist da! Die Erde sagt mit Recht: „Ich bin hier die ältere und hab's nicht nötig auszuweichen"; der Komet ist, wie alle Kometen, ein windiger Gesell, der auch keine Rücksicht kennt und — die Karambolage ist fertig. Das wäre nun freilich eine unangenehme Situation; für Bruchschaden kommt unsere Allmutter Erde nicht auf, wie sie denn überhaupt jedem Erdenbürger schon frühzeitig zu verstehen gibt: „Auf Ihre werte Rechnung und Gefahr!"

Abb. 256. Der geteilte Komet Biela
bei seiner Wiederkehr im Jahre 1846
Nach Struve

So liegen die Verhältnisse bei einigen Kometenbahnen nun in der Tat. Der Komet Biela z. B. näherte sich der Erdbahn bis auf rund zwei Erddurchmesser, eine Strecke, die der Kometenschweif noch weit überstreift. Im Jahre 1831 hatten die Astronomen die Wiederkehr dieses Kometen vorausgesagt, und allgemein verbreitete sich die Angst, dieses Gestirn müsse nun die Vernichtung der Erde herbeiführen. Man hatte in der Angst ganz außer acht gelassen, daß sich zwar die Bahnen beider Körper stark nähern, daß diese beiden Körper selbst aber deshalb noch lange nicht zu gleicher Zeit durch jenen exponierten Punkt zu wandern brauchten. In der Tat ging denn auch der Komet bereits am 29. Oktober 1832 durch jene „Weiche", und die Erde kam hier erst am 30. November an. Dahingegen ist die Erde schon des öfteren mit Kometenschweifen zusammengetroffen, z. B. im Jahre 1861 mit dem Schweif des Juni-Kometen. Aber nichts anderes als ein feines dunstartiges Leuchten des Himmels und ein öfteres Aufblitzen von Sternschnuppen ist beobachtet worden.

Die neuesten Forschungen, besonders die epochemachenden Untersuchungen des Mailänder Astronomen Schiaparelli, lassen kaum einen Zweifel darüber, daß wir alle Jahre ein paarmal mit Kometen, oder mit den Trümmern ehemaliger Kometen zusammentreffen, nämlich allemal dann, wenn ein reicher Sternschnuppenfall stattfindet, wie in den Nächten vom 8. bis 12. August und vom 10. bis 13. November.

Abb. 257. Älteste bildliche Darstellung des Kometen Halley
Auf dem berühmten Teppich von Bayeux, Mitte des XI. Jahrhunderts
Rechts der besiegte König Harold, über den „Unglücks"-Kometen wehklagend

Zu dieser Erkenntnis hat besonders der schon oben erwähnte Komet Biela beigetragen, der der Erde so gefährlich sein sollte. Dieser Komet hat eine Umlaufzeit von nur 6¾ Jahren und war mehrmals genau nach der Vorausberechnung wiedergekehrt. Als er 1845 wieder auftauchte, zeigte sich etwas sehr Merkwürdiges; der Komet war ersichtlich krank und siech. Er zog sich mehr und mehr in die Länge und teilte sich endlich Ende Dezember 1845 vor den Augen der Astronomen in zwei Teile, die nun getrennt hintereinander durch den Raum zogen (Abb. 256). 1852 kam der Komet abermals pünktlich und es zeigte sich, daß die beiden Teile sich immer weiter von einander entfernten; der Zwischenraum betrug über 2½ Millionen Kilometer. 1859 und 1866 hätte nun dieser sonderbare Doppelkomet wieder erscheinen müssen, aber er kam nicht, und man gab ihn für verloren, glaubte, er habe sich in Wohlgefallen aufgelöst. Trotzdem hatte man berechnet, daß er im Oktober 1872 wiederum sichtbar sein könnte, sofern er überhaupt noch am Leben sei; indessen suchte man ihn vergebens mit allen Fernrohren der Welt. Da ereignete sich am 27. November, gerade an dem Tage, an dem (wie schon oben auseinandergesetzt) die Erde an dem Punkte ihrer Bahn anlangte, den die Bahn des Kometen auch berührt, ein wunderbares Phänomen: zu Millionen schossen leuchtende Sternschnuppen am Himmel entlang, viele Stunden hindurch. Gleich tauchte der Gedanke auf, daß der Komet Biela und diese Sternschnuppenwolke eins sein könnten, und in der Tat scheint es, als konnte

man auf der Sternwarte in Madras einige Tage später diese enteilende Wolke von Meteoren, durch die die Erde hindurchgeflogen, als kleinen Kometen an der entgegengesetzten Himmelsstelle erblicken.

Da auch 1885 sich der Bielasche Komet als Sternschnuppenregen am 27. November präsentierte, so muß man wohl — weil auch andere Forschungsresultate dies für andere Kometen wahrscheinlich machen — annehmen, daß ein Komet überhaupt nichts anderes ist, als eine ungeheure Ansammlung von kleinen Meteormassen, Sternschnuppenkörperchen, und diese sind nichts anderes als Gesteinskörper, Mineralien, wie wir sie in unseren Museen liegen sehen. Steine, die aus dem Weltenraum zur Erde niederfallen und über die wir im vorhergehenden Kapitel eingehend berichteten. Offenbar besteht aber nur der Kern des Kometen aus solchen Meteormassen, während der Schweif aus Gasmassen feinster Art gebildet wird. Wie Schiaparellis Untersuchungen zeigen, muß sich eine solche Wolke von Meteorsteinen, wie sie der Kometenkern demnach darstellt, nach und nach auflösen und über die ganze Bahn zerstreuen, so daß ein Meteorring entsteht, wie Fig. 237 ihn zeigt. Dieser Ring wird eine dicke Stelle haben, nämlich jene, die früher der Kern des Kometen selbst war. So verfällt also jeder Komet einmal der Auflösung, und ein schöner Sternschnuppenregen ist alles, was wir von ihm noch wahrnehmen, wenn gerade die Erde durch einen Punkt jener Kometenbahn hindurchfliegt. Trifft es sich nun gar so, daß jene starke Stelle des Meteorringes von der Erde durchflogen wird, so fallen ganz besonders viele Sternschnuppen, und in der Tat ereignet sich dies in bestimmten Perioden. So trifft die Erde alle 33¼ Jahre mit dem Kernpunkt jenes Meteorringes zusammen, dessen Sternschnuppen wir alle Jahre am 10. bis 14. November fallen sehen („Leoniden" genannt, weil sie aus dem Sternbild des Löwen kommen). Alle 33¼ Jahre fallen also in jenen Nächten besonders viele Meteore. Es sind Trümmer des Kometen 1866. I.

Wir sehen, die Kometen sind keineswegs die fürchterlichen Haifische des Weltmeeres, und eine jahrhunderte-, ja jahrtausendelange Furcht war vergeblich. Noch 1857 und 1873 entstand eine wahre Panik, als von den Astronomen die Wiederkehr eines Kometen angekündigt wurde, aber es ist zu hoffen, daß in unserer Zeit an Stelle der Angst die Freude, ein interessantes astronomisches Schauspiel zu erleben, treten wird, wenn wieder einmal ein großer Schweifstern aus den Tiefen des Raumes in unsere Heimat wandert, die er vielleicht vor Jahrtausenden einmal durchquerte. Es müßte nicht uninteressant sein, als ein Ahasverus ruhelos das Weltall zu durchstreifen und nach vielen Jahrhunderten wieder der alten Erde einen Besuch abzustatten, und zu sehen, was die Menschen inzwischen erlernt und was sie vergessen haben. Wie mag es auf unserem Sternlein aussehen, wenn dann ein Komet „nach abermals 500 Jahren desselbigen Weges kommt gefahren!"

Über der dunklen Heide
Wie weit, wie klar die Nacht!
Mein Aug in stiller Weide
Versinkt in ihrer Pracht.

Aufblinkend fließt durchs Blaue
Wie Gold der Sterne Zug;
Ich spüre, wie ich schaue,
Der Erde leisen Flug.

Als käm ein Widerhallen
Von jenen Harmonien,
Darin die Sphären wallen,
Durch meine Brust zu ziehn.

Geibel.

Wie man sich am Sternenhimmel zurechtfindet

Erdkugel und Himmelskugel. Erdpole und Himmelspole. Erdäquator und Himmelsäquator. Erdachse und Weltachse. Der Polarstern und sein Stand an verschiedenen Orten auf der Erde. Zirkumpolarsterne. Wieviel Sterne man mit freiem Auge sehen kann. Größenklassen der Sterne. Sternbilder und Sternkarten der Alten. Aufzählung der bei uns sichtbaren Sternbilder. Der Tierkreis. Buchstabenbezeichnung der einzelnen Sterne. Namen der Hauptsterne. Nächtliche Exkursionen zum Studium der Sternbilder. Wie man die einzelnen Sternbilder auffindet. Unsere Sterntafeln und ihre Anwendung.

Man hat den gestirnten Himmel oft mit einem aufgeschlagenen Buche verglichen, in dem die Sterne die goldenen Lettern bilden — ein schöner und in gar mancher Beziehung guter Vergleich. Wer in diesem Buche recht zu lesen versteht, der wird in ihm eine wundersame Geschichte finden von Weltschöpfung und Weltuntergang. Aber nur sehr wenige können die seltsamen Strahlenhieroglyphen lesen, und selbst diese wenigen vermögen das Gelesene nicht immer richtig zu deuten. Ein klein wenig aber sollte doch eigentlich jeder in diesem wunderbaren Buche zu lesen verstehen, und wenn es auch nur die Kapitelüberschriften wären, um doch wenigstens zu wissen, was denn eigentlich da drinnen behandelt wird.

Es ist nun ziemlich schwer für den Laien, sich in dem großen Himmelsbuche zurechtzufinden; und dennoch wird wohl mancher — der ein Freund der Natur und ihrer Wunder ist — schon oft den Wunsch gehabt haben, es zu können. Eine Anleitung zur Orientierung am Sternenhimmel dürfte daher hier nützlich und willkommen sein.

Ehe wir nun die Beschreibung der Sternbilder vornehmen und dartun, wie man sie am leichtesten auffindet und dem Gedächtnis einprägt, soll von der allgemeinen Orientierung die Rede sein. Diese Rede wird zwar anfangs vielleicht vielen nicht gar zu interessant erscheinen; sie ist indessen durchaus notwendig, und wir bitten, uns für dieselbe die Aufmerksamkeit nicht zu versagen.

Daß die Erde nicht im Mittelpunkt des Weltgebäudes steht, und daß dieses keine ungeheure Hohlkugel ist, weiß heutzutage jedes Kind. Dem Augenschein nach ist es aber wirklich so: der Himmel erscheint uns überall als eine gewaltige Hohlkugel (von der natürlich immer nur die eine Hälfte sichtbar ist, während die Erdkugel selbst uns die andere verdeckt). Im Mittelpunkte dieser riesenhaften Hohlkugel aber scheint in der Tat die Erdkugel zu schweben. Daß dies nur ein Schein ist, ist für unsere gegenwärtigen Betrachtungen ganz gleichgültig; ja es ist sogar für das leichtere Verständnis viel besser, anzunehmen, es sei in der Tat so, und das wollen wir aus diesem Grunde auch tun.

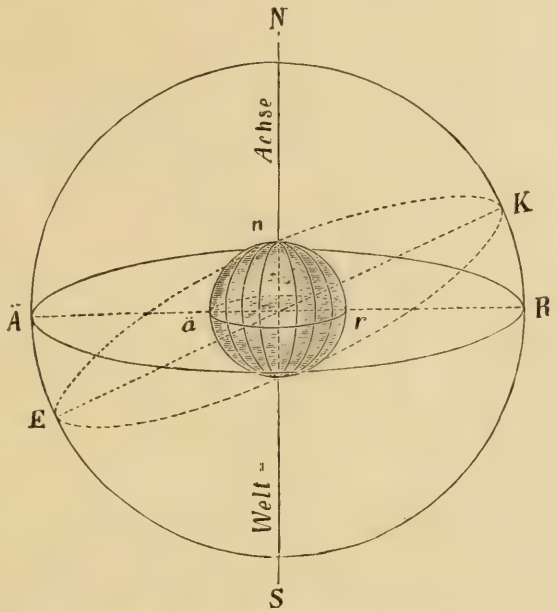


Abb. 259. Kreise und Linien auf der Erd- und Himmelskugel

Eine kleine Zeichnung (Abb. 259) soll dieses scheinbare Verhältnis darstellen. Der äußere große Kreis ist die Himmelskugel, in welcher die Erdkugel schwebt. Nun denken wir uns bekanntlich die Erdkugel mit einem Gradnetz überzogen, das sie in viele einzelne Gebiete einteilt, wie wir es auf jedem Globus sehen. Genau das gleiche Gradnetz haben die Astronomen auf die Himmelskugel gezogen, um das große Firmament in einzelne Zonen einzuteilen und um die Orte der verschiedenen Sterne auf einfache Weise angeben zu können, genau so, wie der Geograph oder Reisende sofort einen Ort auf der Erde findet, wenn man ihm mitteilt, auf welchem Längen- und Breitengrade dieser Ort liegt.

Daß jenes Netz auf der Erdkugel sich direkt auf den Himmel übertragen läßt, ist klar; denn wenn wir uns in Abb. 259 den Umfang der Erde

bis zur Himmelskugel erweitert denken, so haben wir die gleichen Linien auf der Himmelskugel, die jetzt auf der Erdkugel sind. Die Punkte n und s auf der Erdkugel sind der Nordpol und der Südpol der Erde, und die entsprechenden Punkte N und S auf der Himmelskugel sind der Nordpol und der Südpol des Himmels. Ebenso ist der Kreis ä r auf der Erde der Erdäquator, und der ihm entsprechende Ä R am Himmel der Himmelsäquator. Der punktiert gezeichnete Kreis E K aber, dessen Ebene mit der Ebene des Himmelsäquators einen Winkel von 23½ Grad bildet, ist die scheinbare Bahn, die die Sonne im Laufe eines Jahres am Himmel zurücklegt. Wir nennen diese Bahn bekanntlich Ekliptik und wissen, daß sie in Wirklichkeit nur das Spiegelbild der Bahn ist, die die Erde im Laufe des Jahres um die Sonne beschreibt.

Die Linie n s ist die Erdachse und ihre beiden Enden, die Pole n und s der Erde, drehen sich nur um sich selbst, während alle anderen Punkte der Erdoberfläche naturgemäß größere oder kleinere Kreise um die Achse beschreiben. Wenn wir nun aber den Sternenhimmel abends einige Stunden aufmerksam betrachten, so sehen wir, daß die Sterne im Osten aufgehen und im Westen untergehen; nur ein Punkt am Himmel steht still, und alle anderen Sterne drehen sich sozusagen um ihn. Auch auf der südlichen Halbkugel der Erde, also etwa in Australien, finden wir einen Punkt am Himmel, der stillsteht. Diese beiden Punkte sind der Nordpol und der Südpol der Himmelskugel; es sind die Punkte N und S auf Abbildung 259, und wenn wir die Erdachse n s bis zum Himmelsgewölbe nach beiden Seiten verlängern, so treffen ihre Enden die beiden Himmelspole. Nordpol und Südpol der Erde, Erdmittelpunkt, Nordpol und Südpol des Himmels liegen also alle auf einer geraden Linie, um die sich das ganze Himmelsgewölbe zu drehen scheint. Diese gewaltige Welle und Rotationsachse nennen wir Weltachse; es ist die Linie N S in Abb. 259; sie ist in Wirklichkeit nichts als die verlängerte Erdachse, wie ja die Drehung der Erde uns nur die Drehung des Sternenhimmels vortäuscht.

Für die Orientierung am Sternenhimmel ist es nun von großer Wichtigkeit, die Lage dieser Achse zur Fläche des Ortes, an dem man sich selber befindet, zu wissen. Am Nordpol des Himmels (N) steht der bekannte Polarstern, „der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht". Man muß sich nun immer — als einfaches Bild — vergegenwärtigen, daß die Erdachse mit ihrem nördlichen Ende auf diesen Polarstern hinzeigt, und daß die Erdachse, wenn sie als etwas Reelles im Erdkörper vorhanden wäre, direkt auf den Polarstern zuflöge, wenn wir sie durch einen Schlag gegen ihr Südende aus dem Erdkörper herauszutreiben vermöchten. Kurz gesagt, liegt also der Polarstern in der Verlängerung der Erdachse. Jemand, der viel und weit gereist ist und den Himmel oft betrachtet hat, wird aber bemerkt haben, daß der Polarstern an den verschiedenen Orten der Erde verschieden

hoch über der Horizontfläche steht. Am Nordpol der Erde würde er direkt über unserem Scheitel, im Zenit stehen; je weiter wir aber vom Nordpol fortwandern, je näher rückt der Polarstern zum Horizont herunter, und am Äquator der Erde steht er genau im Horizont des Ortes.

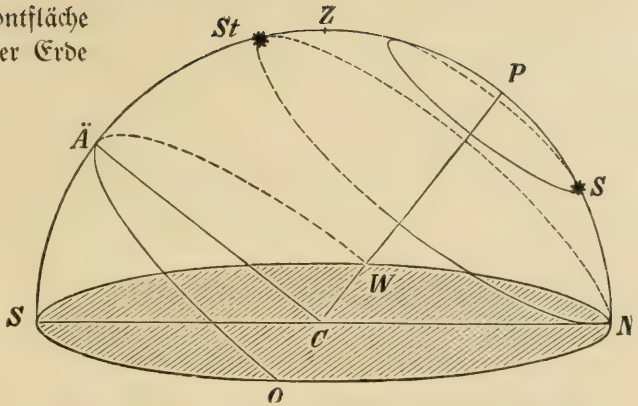


Abb. 260. Lage der wichtigsten Himmelspunkte zum Horizont von Berlin

An der Höhe des Polarsternes kann somit der Reisende ersehen, in welcher geographischen Breite der Erde er sich befindet, und wenn er mit Hilfe eines geeigneten Meßinstrumentes (Sextanten) diese Höhe mißt, so hat er auch damit schon die geographische Breite des Ortes festgestellt. Am Äquator stand, wie wir hörten, der Polarstern direkt am Horizont, seine Höhe war 0 Grad; wir wissen, daß die geographische Breite am Äquator gleichfalls 0 Grad beträgt. Am Nordpol beträgt die Höhe des Polarsternes 90 Grad, und die geographische Breite ist ja hier auch 90 Grad. Kurz: die Höhe des Himmelspoles über dem Horizont ist gleich der geographischen Breite des betreffenden Beobachtungsortes. In Berlin steht der Nordpol des Himmels demnach 52½ Grad, in Leipzig 51⅓ Grad, in Hamburg 53½ Grad, in München 48 Grad über dem Horizont.*)

Nunmehr können wir mit den gewonnenen Erfahrungen daran gehen, für unseren eigenen Wohnort die Lage der hauptsächlichsten Linien festzulegen. Als Beispiel wollen wir Berlin wählen, jeder aber kann sich nach diesem Beispiele leicht die Verhältnisse für seinen Wohnort klar machen. In Abb. 260 ist die schraffierte Grundfläche die Horizontalfläche von Berlin. C sei unser Standpunkt; der Punkt Z über unseren Häuptern ist der Scheitelpunkt, der Zenit; der Punkt N ist der Nordpunkt, S der Südpunkt des Horizontes. Da Berlin unter 52½ Grad nördlicher Breite liegt, so beträgt auch die Höhe des Pols 52½ Grad; um diese Anzahl Grade liegt also der Nordpol des Himmels über dem Nordpunkte N des Horizontes. Über der Horizontfläche wölbt sich der Himmel, einer Halbkugelschale gleichend, und an ihr können wir mit Hilfe eines Winkelmessers auf unserer Zeichnung die

*) Da der Polarstern aber nicht ganz genau am Nordpol steht, sondern 1⅓ Grad davon entfernt (etwa drei Vollmondbreiten), so steht er natürlich einmal 1⅓ Grad tiefer als der Himmelsnordpol und 12 Stunden später wieder 1⅓ Grad höher als dieser, denn er bewegt sich ja in 24 Stunden um ihn herum.

Polhöhe abmessen. Wir finden, daß der Punkt P 52½ Grad über N steht; dieser Punkt ist also der Himmelsnordpol und eine gerade Linie von P nach C die Weltachse. Die Linien P C und N C bilden danach bei C einen Winkel von 52½ Grad.

Einen wichtigen Punkt haben wir nun schon gefunden, den Nordpol des Himmels und die Lage der Weltachse für unseren Beobachtungsort, und es ist nun zunächst notwendig, die Lage des Himmelsäquators zu finden. Die Ebene des Himmelsäquators steht rechtwinklig zur Weltachse; das zeigt auch Abb. 259 deutlich. Wir müssen daher auf Abb. 260 an die Weltachse C P bei C rechtwinklig eine zum Himmel führende Linie ansetzen. Es ist das die Linie C Ä in unserer Abbildung. Perspektivisch also ist der Halbkreis O Ä W der über dem Horizont befindliche Teil des Himmelsäquators, die andere Hälfte liegt unter dem Horizont.

Um die Weltachse C P muß man sich nun alle Sterne des Himmels in Kreisen beweglich denken. Je näher die Sterne dem Pol des Himmels (oder, für unsere Verhältnisse einfacher ausgedrückt, dem Polarstern) liegen, desto kleiner sind die Kreise, die sie um die Weltachse beschreiben; der Stern S beschreibt einen nur kleinen Kreis, einen viel größeren der Stern St, und die allergrößten Kreise beschreiben die auf dem Himmelsäquator liegenden Sterne. Nun aber sehen wir leicht ein, daß alle die Sterne, die weiter vom Himmelspole P entfernt sind als der Stern St, nicht mehr ihren vollen Umkreis über dem Horizont vollführen; denn wie der Kreis, den dieser Stern beschreibt, erkennen läßt, berührt er an seinem tiefsten Punkt schon den Horizont. Sterne, die *mehr* als 52½ Grad vom Himmelspol entfernt stehen, vollenden ihren ganzen Umkreis *nicht mehr* über dem Berliner Horizont. Alle andern Sterne aber bleiben *immer über* dem Horizont, man nennt sie „*Zirkumpolarsterne*". — Je nach der geographischen Breite des Beobachtungsortes sind natürlich Sterne, die mehr oder weniger entfernt vom Pol stehen, zirkumpolar, und zwar sind diejenigen Sterne noch zirkumpolar, deren Entfernung vom Pol höchstens so groß ist als die geographische Breite des Ortes. So sind für Berlin, wie gesagt, alle Sterne, die 0 bis 52½ Grad Polabstand haben, zirkumpolar; für München solche von 0 bis 48 Grad Poldistanz; für Stockholm beträgt die Grenze 59⅓ Grad, für Madrid nur 40⅓ Grad usw. Am Nordpol sind alle überhaupt sichtbaren Sterne — nämlich alle Sterne nördlich vom Himmelsäquator — zirkumpolar; für einen Ort am Äquator der Erde aber ist überhaupt kein Stern zirkumpolar (die geographische Breite ist hier 0 Grad, folglich darf die Poldistanz auch nur 0 Grad sein für einen Stern, der dort zirkumpolar sein sollte; nicht einmal der Polarstern ist also dort zirkumpolar).

Um zu zeigen, wie verschieden groß das Gebiet der Zirkumpolarsterne für die unter verschiedener Breite liegenden Orte ist, fügen wir hier (vergl. 261) eine *Karte der Zirkumpolarsterne* bei, die von uns so

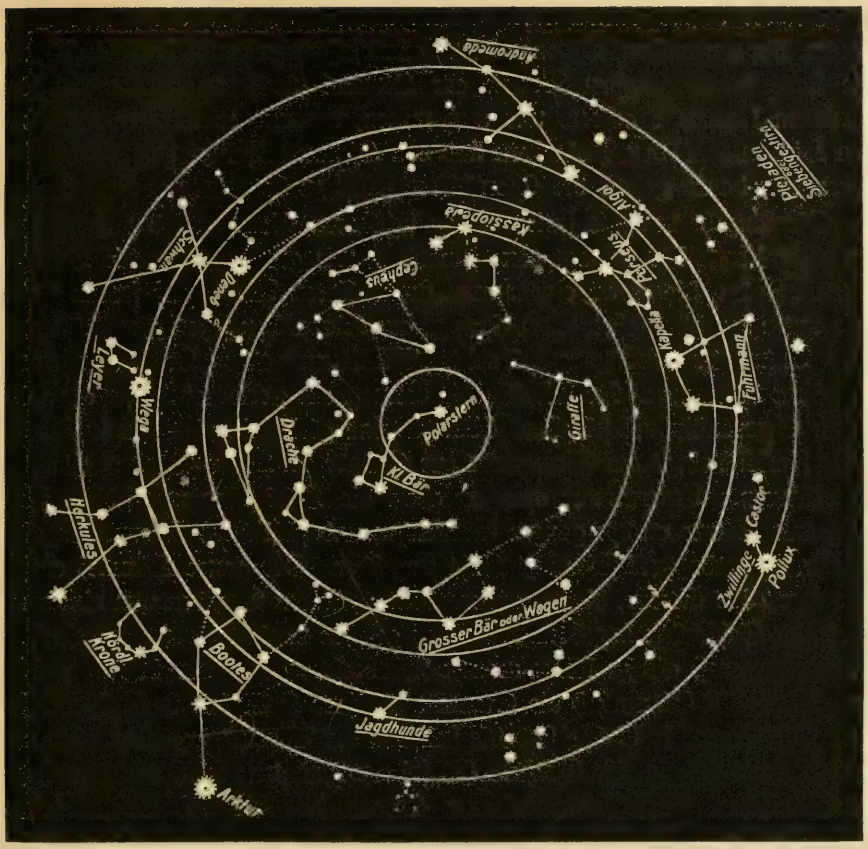


Abb. 261. Karte der Zirkumpolarsterne

Nach einer Darstellung des Verfassers

entworfen ist, daß man auf ihr gleich für verschiedene Orte das Zirkumpolargebiet betrachten kann. Der äußerste, mit 5 bezeichnete Kreis umschließt das Gebiet der Zirkumpolarsterne für St. Petersburg (60 Grad nördlicher Breite). Für Petersburg befinden sich also alle Sterne vom Polarstern an bis herunter zu den „Zwillingen" das ganze Jahr über dem Horizont. Die vom Polarstern bis zum Kreise 4 liegenden Sterne sind für Berlin, die bis zum Kreise 3 liegenden für Paris und die bis zum Kreise 2 liegenden für Rom zirkumpolar. Für die Südspitze Europas, Gibraltar (36 Grad nördlicher Breite) sind schon sehr wenige Sterne zirkumpolar, nämlich alle diejenigen, die der Kreis 1 noch umschließt. Der allerinnerste Kreis, der nur vier mit freiem Auge sichtbare Sterne umschließt, enthält die für Orte unter 10 Grad nördlicher Breite noch zirkumpolaren Sterne (er durchschneidet unser früheres Schutzgebiet in Kamerun).

Soweit unsere einleitenden Betrachtungen, die vor allem den Zweck hatten, klar zu machen, wie man durch eine einfach zu entwerfende Zeichnung die Lage der wichtigsten Punkte am Himmel für jeden Beobachtungsort ermitteln kann.*) Nachdem wir nun wissen, wo und in welcher Höhe wir den Himmelspol, den Polarstern und den Himmelsäquator zu suchen haben, könen wir daran gehen, die Sternbilder selbst zu betrachten.

Die Anzahl der mit freiem Auge sichtbaren Sterne wird zumeist ganz gewaltig überschätzt. Fragt man jemanden, wie groß er etwa die Zahl der Sterne schätzt, die er an einem recht sternenklaren Abend auf freiem Felde, also unter den günstigsten Verhältnissen am Himmel zu sehen glaubt, so wird man Antworten wie: „Unzählbar!", „Millionen" oder „Hunderttausende!" zu hören bekommen. In Wirklichkeit vermag ein normales Auge am nördlichen Sternenhimmel höchstens 3500 Sterne gleichzeitig — damit sind die beim Umblick rings am Firmament zur Stunde sichtbaren Sterne gezählt — zu erkennen. Unternimmt man es aber, die Zahl aller mit freiem Auge sichtbaren Sterne an der ganzen (nördlichen und südlichen) Himmelskugel zu zählen, so verdoppelt sich diese Zahl ungefähr. Der ganze Himmel enthält also nur 7000 Sterne, die an außerordentlich klaren Abenden von einem mit normaler Sehschärfe begabten Menschen gesehen werden können. Diese Zahl ist eher zu groß als zu klein; manche Beobachter geben nur 5500 bis 6000 an. Man teilt bekanntlich die Sterne nach ihrer Helligkeit in Größenklassen ein. Die Sterne 1. Größe sind die hellsten; der Astronom operiert aber noch mit Sternen 16., ja 20. Größe. Es sei erwähnt, daß selbst die gewaltigen amerikanischen Riesenfernrohre nur Sterne 16. bis 17. Größe zeigen, während Sterne 20. Größe höchstens auf Sternphotogrammen noch erkennbar sind. Die kleinsten dem unbewaffneten Auge wahrnehmbaren Sterne sind 6. Größe. Der ganze Himmel enthält nach Argelander 20 Sterne 1. Größe, 65 Sterne 2. Größe, 190 Sterne 3. Größe, 425 Sterne 4. Größe, 1100 Sterne 5. Größe, 3200 Sterne 6. Größe. In unseren Breiten sind indessen nur etwa vier Fünftel des ganzen Himmels sichtbar, und da — wie noch deutlich werden wird — zur Orientierung am Himmel nur die Kenntnis der Sterne 1., 2. und 3. Größe gehört, nur in einigen besonderen Fällen noch die der 4. Größenklasse, so hat man es schließlich in unseren Breiten lediglich mit etwa 300 Sternen zu tun, wenn es darauf ankommt, sozusagen das Gerippe, die Hauptlinien zu kennen oder zu finden, und da diese 300 Sterne nun wieder zu Sternbildern gruppiert sind, so ist es weitaus leichter, sie dem Gedächtnis einzuprägen. Man sieht, es ist durchaus nicht so kompliziert, wie es auf den ersten Blick scheint, sich am Sternenhimmel zurechtzufinden.

Schon im Altertum hat man sich das Heer der Fixsterne dadurch übersichtlicher zu machen gesucht, daß man einzelne besonders helle Sterne und

*) Der Leser, der diese Verhältnisse dem Gedächtnis besser einprägen will, tut gut, eine solche Zeichnung für seinen Beobachtungsort auszuführen.

auffällige Sterngruppen durch charakteristische Linien im Geiste miteinander verband. Die so entstehenden Figuren, die dann die Phantasie wieder zu allerlei sagenhaften Gestalten, zu Göttern, Tieren usw. machte, also zu „Sternbildern", prägten sich dem Gedächtnis leicht ein und waren zu allen Zeiten ein gutes Orientierungsmittel am Himmel. Es scheint, als

Abb. 262. Teil einer Sternkarte aus dem Jahre 1660
Nach Andreae Cellarius

haben zuerst die Chaldäer die zwölf Sternbilder des „Tierkreises", durch die die Sonne im Laufe des Jahres hindurchwandert, (also Widder, Stier, Zwillinge usw.) benannt; erst im 6. Jahrhundert v. Chr. bezeichneten die Griechen andere Sterngruppen. Es gehört allerdings eine ziemliche Phantasie dazu, in dieser Sterngruppe einen Stier, in jener eine Jungfrau, in einer dritten den Herkules zu erblicken, und auf alten Sternkarten sind denn auch die Sterne Nebensache, während die Figuren das Hauptmoment bilden (siehe die Abbildung eines Teiles einer alten Sternkarte hier oben).

Es sei noch erwähnt, daß die Sternbilder in der exakten Wissenschaft keine Rolle mehr spielen. Die Sternkarten, die der praktische Astronom gebraucht, enthalten dergleichen nicht, sondern außer den Sternen nur ein

sehr sorgfältig gezogenes Gradnetz, das den Ort der Sterne am Himmelsgewölbe nach „Rektaszension" und „Deklination" bestimmt, ähnlich wie die Erdorte nach Länge und Breite geographisch festgelegt sind. (Abb. 56.) Aus der Angabe: Rekt. 5 h 49 m 58 s, und Dekl. + 7° 23,4′ stellt der Astronom sofort fest, um welchen Stern es sich handelt, und weiß, daß hiermit der schöne Hauptstern im Bilde des Orion, „Beteigeuze" mit Namen, gemeint ist.

Wir wollen nun hier zunächst alle bei uns in Deutschland sichtbaren Sternbilder aufzählen; die meisten davon liegen natürlich auf der nördlichen, nur wenige auf der südlichen Himmelskugel. Einige der bekanntesten sind in den nächsten Abbildungen dargestellt.

a) Sternbilder des nördlichen Himmels

1. Andromeda; 2. Aries (der Widder); 3. Auriga (der Fuhrmann); 4. Bootes (der Bärenhüter); 5. Camelopardalis (die Giraffe); 6. Cancer (der Krebs); 7. Canes venatici (die Jagdhunde); 8. Canis minor (der kleine Hund); 9. Cepheus; 10. Coma Berenices (das Haupthaar der Berenice); 11. Corona borealis (die nördliche Krone); 12. Cygnus (der Schwan); 13. Delphinus (der Delphin); 14. Draco (der Drache); 15. Gemini (die Zwillinge); 16. Herkules; 17. Cassiopeia; 18. Leo major (der große Löwe); 19. Leo minor (der kleine Löwe); 20. Lynx (der Luchs); 21. Lyra (die Leier); 22. Pegasus; 23. Perseus; 24. Pisces (die Fische); 25. Serpens (die Schlange); 26. Taurus (der Stier); 27. Ursa major (der große Bär, auch „großer Wagen" genannt); 28. Ursa minor (der kleine Bär, auch „kleiner Wagen"); 29. Vulpecula (das Füchschen).

b) Sternbilder, die auf dem Himmelsäquator liegen (also teils zum südlichen, teils zum nördlichen Himmel gehören)

30. Aquila (der Adler); 31. Cetus (der Walfisch); 32. Hydra (die Wasserschlange); 33. Monoceros (das Einhorn); 34. Ophiuchus (der Schlangenträger); 35. Orion; 36. Sextans (der Sextant); 37. Virgo (die Jungfrau).

c) Bei uns (in Mitteldeutschland) sichtbare Sternbilder des südlichen Himmels

38. Aquarius (der Wassermann); 39. Argo navis (das Schiff Argo); 40. Canis major (der große Hund); 41. Capricornus (der Steinbock); 42. Columba (die Taube); 43. Corvus (der Rabe); 44. Crater (der Becher); 45. Eridanus (der Fluß Eridanus); 46. Lepus (der Hase); 47. Libra (die Wage); 48. Piscis austrinus (der südliche Fisch); 49. Sagittarius (der Schütze); 50. Scorpius (der Skorpion); 51. Sculptor (der Bildhauer, auch „Bildhauerwerkstatt"); 52. Scutum Sobiescii (der Sobieskische Schild).

Man hat außerdem noch einzelnen besonders charakteristischen Sterngruppen innerhalb eines Sternbildes Namen gegeben. So nennt man die interessante kleine Sterngruppe, die etwa sieben bis acht dem freien Auge sichtbare, eng beieinander stehende Sternchen enthält und zum Sternbilde des Stieres gehört, „Plejaden" oder „Siebengestirn", drei in einer Linie stehende Sterne im Orion werden häufig als „Jakobsstab" bezeichnet usw.

Es empfiehlt sich, die Namen der Sternbilder des „Tierkreises" (Zodiakus) für sich auswendig zu lernen. Es sind das die Sternbilder, durch welche die Sonne bei ihrem scheinbaren Jahreslauf am Himmel wandert. Dieser von der Sonne beschriebene Jahresweg ist die „Ekliptik". Diese Ekliptikal- oder Tierkreis-Sternbilder heißen: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Abb. 263 gibt eine figürliche Anschauung des Tierkreises mit den Sternbildern und läßt ferner erkennen, wann die Sonne in den betreffenden Sternbildern steht.

Abb. 263. Zodiakus oder Tierkreis

Natürlich sind z. B. am 1. Februar, wo die Sonne im Steinbock steht, dieser und die benachbarten Sternbilder nicht sichtbar, da sie am Tage am Himmel sind. Näheres hierüber später.

Um nun die einzelnen Sterne eines Sternbildes wieder von einander besser unterscheiden zu können, hat man diese mit den Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet, in der Weise, daß der hellste Stern des Sternbildes mit dem ersten Buchstaben, der nächsthellste Stern mit dem zweiten Buchstaben des Alphabets bezeichnet wird, und so fort. Selbstverständlich würde es den Freund des gestirnten Himmels, der nicht die Absicht hat, tiefer in diese Dinge einzudringen, zu weit führen, all die einzelnen Sterne nach ihrem Buchstaben zu kennen; aber wir wollen dennoch an einem kleinen Beispiel zeigen, wie diese Bezeichnungen angewandt werden, da ja zuweilen in astronomischen Zeitungsartikeln oder Berichten über irgendein Ereignis am Himmel diese Bezeichnungen für einzelne

Sterne angegeben werden. Hier zunächst die Buchstaben des kleinen griechischen Alphabetes:

α Alpha	ι Iota	ϱ Rho
β Beta	ϰ Kappa	σ Sigma
γ Gamma	λ Lambda	τ Tau
δ Delta	μ Mü	υ Ypsilon
ε Epsilon	ν Nü	φ Phi
ζ Zeta	ξ Ksi	χ Chi
η Eta	ο Omikron	ψ Psi
ϑ Theta	π Pi	ω Omega

In Abb. 264 ist als Beispiel das Sternbild der Cassiopeia mit den Buchstabenbezeichnungen der einzelnen Sterne wiedergegeben. Dieses Sternbild enthält natürlich weitaus mehr Sterne; aber nur die auffälligsten sind hier gezeichnet, denn nur sie fallen uns am Himmel sofort auf; alles andere ist Ballast, und es ist ein großer Fehler, auf kleinen populären Sternkarten zu viele unwichtige, den Beschauer verwirrende Sternchen mit einzuzeichnen. Diese Hauptsterne der Cassiopeia bilden ein etwas verschobenes W. Wir sehen, die drei hellsten Sterne sind mit Alpha, Beta und Gamma bezeichnet, die beiden schwächeren mit Delta und Epsilon, und der kleinste hier noch angegebene Stern (er ist 4. Größe) ist mit Kappa bezeichnet. Man nennt nun die Sterne einfach nach ihren Buchstaben; so heißt der Stern ganz rechts einfach „β Cassiopeia" (gesprochen „Beta Cassiopeia") und der unterste „α Cassiopeia" („Alpha Cassiopeia"). Bei diesem Stern aber finden wir noch das Wort S c h e d i r; der Stern „α Cassiopeia" hat diesen Namen zu einer Zeit erhalten (diese Namen sind meist arabischen Ursprungs), als die Bezeichnung nach dem griechischen Alphabet noch nicht eingeführt war. Überhaupt hat der hellste Stern eines Sternbildes gewöhnlich einen besonderen Namen, und es empfiehlt sich, die wichtigsten dem Gedächtnis einzuprägen, damit man — wenn man etwa liest: „Der neue Komet steht dicht bei dem Stern „Deneb" — weiß, wo denn dieser Stern „Deneb" wieder zu suchen ist. Wir lassen darum hier ein Verzeichnis der wichtigsten benamsten Sterne (soweit sie bei uns sichtbar sind) folgen:

Albireo ist der Name des Sterns β im Schwan; Aldebaran = α im Stier; Algol = β im Perseus; Alkor (oder Reiterlein) ist der Name des interessanten kleinen Sternchens über dem mittleren „Deichselstern", im großen Wagen oder Bären; Arktur = α im Bärenhüter; Atair = α im Adler; Bellatrix = γ im Orion; Deneb = α im Schwan; Beteigeuze = α im Orion; Denebola = β im Löwen; Kapella = α im Fuhrmann; Gemma = α in der nördlichen Krone; Kastor = α in den Zwillingen; Mizar = β im großen Bären (mittlerer Deichselstern des Wagens); Pollux = β in den Zwillingen; Regulus = α im Löwen; Rigel = β im Orion; Schedir = α in der Kassiopeia; Sirius = α im großen Hund; Spika = α in der Jungfrau; Wega = α in der Leyer.

Wir haben nun alles, was an notwendigen Vorbetrachtungen erledigt werden mußte, hinter uns, kennen die hier sichtbaren Sternbilder und Sterne, und können nun an die Aufsuchung derselben am Himmel gehen. Wesentlich unterstützt würden meine hier gegebenen Ratschläge durch Benutzung einer eigens für Orientierungszwecke passenden Sternkarte, und wer geneigt ist, dafür etwas zu opfern, dem möchte ich die schönen und wohlfeilen drehbaren Sternkarten, einstellbar für alle Stunden des Jahres, empfehlen, die von verschiedenen Lehrmittelhandlungen verkauft werden. Ich habe selbst diese sehr praktischen Karten auf der Sternwarte (trotz des dort vorhandenen anderen Materials) für einfache schnelle Orientierung viel benutzt. Eine Anzahl orientierender Sternkärtchen, die bei der Aufsuchung der Sternbilder sicher gute Dienste leisten werden und nach der „Alignementsmethode" eine schnelle Orientierung ermöglichen sollen, bringen wir auf den Seiten 257—260.

Wem es darauf ankommt, nicht nur für den Augenblick diesen oder jenen Stern zu identifizieren, sondern sich eine bleibende und einigermaßen umfassende Kenntnis der Sternbilder und der hauptsächlichsten hellen Sterne anzueignen, der muß vor allen Dingen einen Platz aussuchen, von dem aus er den ganzen Himmel überblicken kann. Wichtig ist ferner, daß nicht zu viel störendes Licht in der Nähe ist. Großstadtstraßen würden sich als Beobachtungsposten nicht recht eignen, da hier selbst die hellsten Sterne einfach überstrahlt und unsichtbar werden. So kommt es, daß einem modernen Großstädter die Sterne fast nur noch vom Hörensagen bekannt sind und vielleicht nach einigen Generationen „selbst die ältesten Leute sich nicht mehr erinnern können", jemals so ein Ding in natura gesehen zu haben. In Verbindung mit anderen Sünden gegen die Schönheiten der Natur wirkt übrigens — ganz nebenbei gesagt — dieses vollständige Abwenden von der Naturbetrachtung ungünstiger auf die Gemütsbildung ein, als bei oberflächlichem Nachdenken scheinen möchte. — Man wähle also zur ersten Orientierung, wie gesagt, einen freien, nicht durch helles Licht getroffenen Platz; das freie Feld und eine Anhöhe sind besonders günstig. Auch achte man darauf, daß der Himmel klar ist und der Mond nicht scheint, da bei hellem Mondschein schon die Sterne vierter Größe unsichtbar werden. Die ganze Ausrüstung besteht aus einer guten, nicht zu großen Sternkarte, die am besten nur die

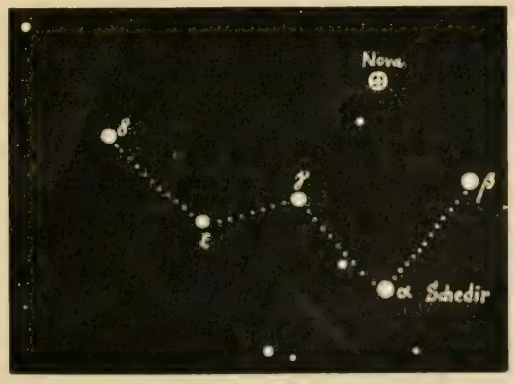


Abb. 264. Das Sternbild Kassiopeia

Sterne 1. bis 5. Größe enthält, ferner aus einer Blendlaterne, mit der man, wenn kein anderes Licht in der Nähe ist, die Karte beleuchten kann. — Eine solche astronomische Expedition ins Freie ist übrigens nicht ganz ungefährlich. Jedenfalls tut man gut, alle Papiere, die geeignet sind, uns als nützliches Mitglied der menschlichen Gesellschaft und als friedlichen deutschen Steuerzahler zu legitimieren, zu sich zu stecken. Dem Schreiber dieser Zeilen und einem gleichfalls in die Göttin Urania verschossenen Freunde — heute schwimmt er längst, mit dem Patent für große Fahrt in der Tasche, auf dem Weltmeer umher — ging es einst ziemlich schlecht bei einer solchen mitternächtlichen Himmelsbesichtigung. Wir waren damals noch Anfänger, und besonders waren uns die südlicher, also immer tief unten am Horizont gelegenen Sternbilder noch unbekannt. Um sie kennen zu lernen, zogen wir, mit Karte und Laterne „bewaffnet", mehrere Abende von 10 bis 12 Uhr in einem Vorort von Berlin, auf den sogenannten Pferdemarkt, ein großes, freies, nur von einigen Bretterbuden bestandenes Terrain. Am dritten Abend wurden wir indessen inmitten unserer „großartigen Einsamkeit" durch drei bis an die Zähne bewaffnete Männer, von denen der eine sogar ein Schwert gezückt hatte, attackiert. Es war die bewaffnete Macht des Ortes, die unser Tun schon seit einigen Tagen — wenn auch, wie Figura zeigt, ohne das rechte, innige Verständnis — beobachtet hatte. Da zuweilen lichtscheues Gesindel in den Marktbuden hauste, diese auch schon einige Male ihres meist aus ziemlich alkoholhaltigen Flüssigkeiten bestehenden Inhalts beraubt hatte, so waren die mit Blendlaternen dort herumlaufenden Gestalten verdächtig erschienen. Kurz und gut: es fehlte den Herren das richtige Verständnis für unsere wissenschaftliche Exkursion. Man nahm uns Karten und Laternen ab, und unter sicherer Bedeckung marschierten wir zum Amt, wo sich dann freilich herausstellte, daß wir unbescholtene Jünglinge wären und der Welt zurückgegeben werden könnten. Mit der allen Märtyrern eigenen Verbissenheit gingen wir dann wieder ans Werk. Per aspera ad astra!

Die Identifizierung der Sterne und Sternbilder geschieht in der Weise, daß man am Himmel die Objekte aufsucht, die die Karte — die ja ein möglichst getreues Abbild des Himmels sein soll — enthält. Das erscheint auf den ersten Blick ungeheuer einfach, ist aber doch zuweilen recht schwierig. Es seien deshalb hier allerlei Ratschläge gegeben, die am schnellsten und sichersten zum Ziele führen.

Zunächst soll man diejenigen Sternbilder dem Gedächtnis einprägen und am Himmel auffinden lernen, die immer sichtbar sind, also die sogenannten „Zirkumpolarsterne", von denen im ersten Teil unserer Ausführungen die Rede war. Es sind das alles Sternbilder, die nicht allzuweit vom Himmelspol, also vom Polarstern entfernt stehen. Wo wir aber diesen Polarstern finden, wurde ebenfalls an gleicher Stelle auseinandergesetzt. Von einem

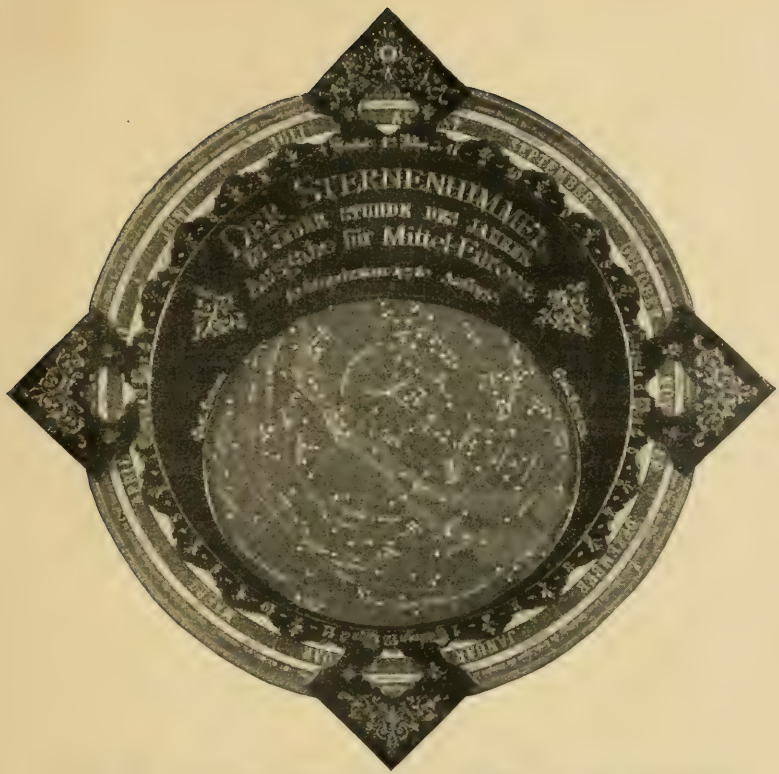


Abb. 265. Drehbare Sternkarte, einstellbar für jede Stunde
Von der Lehrmittel-Anstalt Klodt, Frankfurt a. M.

bekannten Objekt gehen wir nun aus und suchen die unbekannten Gestirne zu ermitteln. Das bekannteste Sternbild ist in unseren Gegenden unstreitig der Große Bär, auch Himmelswagen genannt. Selbst Leute, die mit der Göttin Urania nur auf dem Grußfuße stehen, wissen dieses schöne Sternbild am Himmel aufzufinden. Der untere Teil unserer Abb. 266 zeigt dieses Sternbild in seiner im großen Publikum bekannten Gestalt. Es besteht freilich aus viel mehr Sternen, von denen einige noch auf unseren Sternkarten I bis IV eingetragen sind. Wir haben die sieben Hauptsterne dieses Sternbildes durch punktierte Linien miteinander verbunden, und es ist so eine charakteristische Figur entstanden, die einem gut im Gedächtnis bleibt und jederzeit leicht am Himmel aufgefunden werden kann. Auf diese Weise muß man sich immer, bei jedem Sternbild, die Sterne durch einfache Linien verbunden denken; die so entstehenden charakteristischen Figuren werden das Aufsuchen wesentlich erleichtern. Auf unseren Karten ist in der genannten Weise vorgegangen worden, und man versuche, diese einfachen, teilweise symbolischen Figuren beim Aufsuchen der Sternbilder am Himmel wieder zu erkennen. — Vom Großen Bär nun gehen wir aus, um die anderen Stern-

bilder zu finden, und bedienen uns dabei einer alten, langbewährten Methode, um leichter zum Ziel zu gelangen: des „Alignements", d. h. wir verbinden bereits bekannte mit unbekannten Sternen durch gerade Linien. In Abb. 266 geben wir ein Beispiel dieser Methode. Verlängert man die Linie, die die Sterne α und β des Großen Bären (die „Hinterräder" des Großen Wagens) miteinander verbindet, etwa fünfmal über α hinaus, so trifft diese Linie auf den Polarstern, der zugleich der Hauptstern im „Kleinen Bären" ist. Dieses Sternbild hat eine dem Großen Bären (Wagen) recht ähnliche Gestalt, so daß man auch vom „Kleinen Wagen" spricht. Nur hat hier die „Deichsel" eine andere Richtung. Diese beiden Sternbilder wird man, nachdem man einen Blick auf die Karte geworfen, leicht am Himmel auffinden, und damit hat man schon den Grund zu weiterer Orientierung gelegt.

Sofort findet man nun auch den „Drachen" (siehe eine unserer Sterntafeln, etwa Tafel II), denn dieser windet sich mit seinem Schweif zwischen dem Großen und Kleinen Bären hindurch. Sein dreieckiger Kopf ist leicht in dieser ziemlich sternarmen Gegend zu erkennen.

Unterhalb dieses Kopfes (etwas weiter vom Polarstern entfernt) steht der „Herkules", ein ziemlich ausgedehntes, allerdings nicht sehr charakteristisches Sternbild mit nur schwachen Sternen. Sehr auffallend aber ist die dicht neben dem Herkules nach Osten zu stehende „Leier" mit dem prächtigen, bläulich-weißen Fixstern 1. Größe, „Wega".

Ebenso deutlich erkennt man an ihrer auffälligen Gestalt die auf der anderen Seite, also westlich neben dem Herkules liegende „Nördliche Krone", an deren kleinen Halbbogen sich dann wiederum westlich der „Bärenhüter" mit dem rötlichgelb leuchtenden Arktur anschließt. Die Gegend zwischen dem Bärenhüter und Großen Bären ist recht sternarm; es liegen dort eigentlich nur zwei hellere Sterne (3. Größe), die deshalb leicht zu finden sind. Sie bilden das kleine Sternbild der „Jagdhunde". Ziehen wir von der Deichselspitze des Großen Wagens eine Linie zum Polarstern und verlängern sie fast ebensoweit darüber hinaus, so trifft diese Linie das schöne Sternbild der „Kassiopeia", das die Form eines W hat und leicht zu erkennen ist. Gerade in der Mitte zwischen der Kassiopeia und dem Kopf des Drachen liegt der „Cepheus", nur aus Sternen 3. Größe gebildet. Auf der anderen Seite der Kassiopeia liegt der „Perseus" mit dem rötlichen Stern Algol, der übrigens veränderlich ist, indem er bald als Stern 2., bald als solcher 4. Größe leuchtet (in einer Lichtwechselperiode von zwei Tagen 21 Stunden). Durch diesen Lichtwechsel darf man sich also nicht täuschen lassen.

Zieht man eine gerade Linie vom Drachenkopf über den Polarstern hinaus, so trifft diese Linie auf einen schönen hellen Stern 1. Größe, der eben

so weit vom Polarstern entfernt steht (nach der anderen Seite) wie der Kopf des Drachen. Dieser Stern ist die Kapella im „Fuhrmann", in dessen nächster Nachbarschaft das schöne Sternbild der „Zwillinge" mit den hellen Sternen Kastor und Pollux liegt.

Das sind die wichtigsten zirkumpolaren oder doch einen größeren Teil des Jahres sichtbaren Sternbilder, deren Kenntnis naturgemäß am notwendigsten ist. Weitaus schwerer ist es, die Sternbilder des Himmelsäquators und des Tierkreises zu kennen, da die Hälfte von ihnen monatelang nicht sichtbar ist. Hier ist die oben erwähnte einstellbare Karte, die den Stand der Sterne für jeden Tag angibt, von Wert; denn sie zeigt sofort, welche Sternbilder zurzeit über, welche unter dem Horizont liegen. Wir geben am Schluß vier Sterntafeln, die für gewöhnliche Zwecke vollauf genügen werden; sie geben für die hauptsächlichsten Zeitabschnitte des Jahres, zu einer der betreffenden Jahreszeit angepaßten Abendstunde, den Anblick des in unseren Gegenden sichtbaren Sternhimmels wieder, sind sozusagen ein getreues Abbild des jeweils sichtbaren Himmelsteiles. Karte I gilt für den 1. Januar, abends 8 Uhr. Ganz ebenso stehen die Sterne aber auch am 1. Dezember um 10 Uhr und am 1. Februar um 6 Uhr abends. Karte II gilt für den 1. April, abends 9 Uhr, und auch für den 1. März, 11 Uhr, und 1. Mai, 7 Uhr. Karte III gilt für den 1. Juli, abends 10 Uhr, und 1. August, 8 Uhr, sowie 1. Juni, 12 Uhr nachts. Die Karte IV endlich gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Oktober, 9 Uhr abends, für den 1. September um 11 und für den 1. November um 7 Uhr.

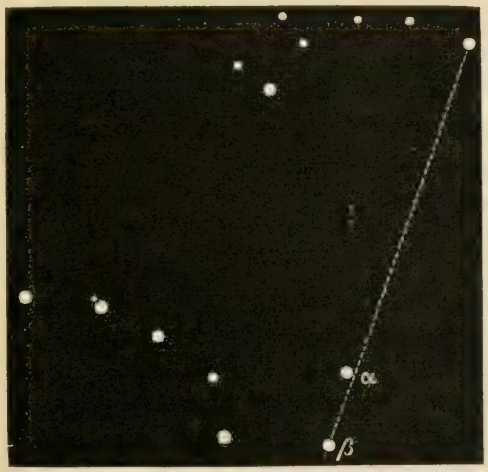


Abb. 266. Sternbild des Großen und Kleinen Bären („Himmelswagen")

Genau gilt die Karte zu der bestimmten Zeit immer nur für das mittlere Deutschland; indessen ist der Unterschied für Orte, die der östlichen oder westlichen Grenze nahe liegen, nicht allzu groß. Jene werden unseren Karten etwa eine halbe Stunde voraus, diese hinter ihnen eine halbe Stunde zurück sein. Sterne also, die dem Osthorizont nahe sind (wie etwa auf Tafel I der Sirius), werden die Bewohner von Königsberg schon ein wenig höher erblicken, während der Delphin (am Westhorizont) für sie vielleicht schon nicht mehr ganz sichtbar ist. Umgekehrt wird für unsere Landsleute am Rhein

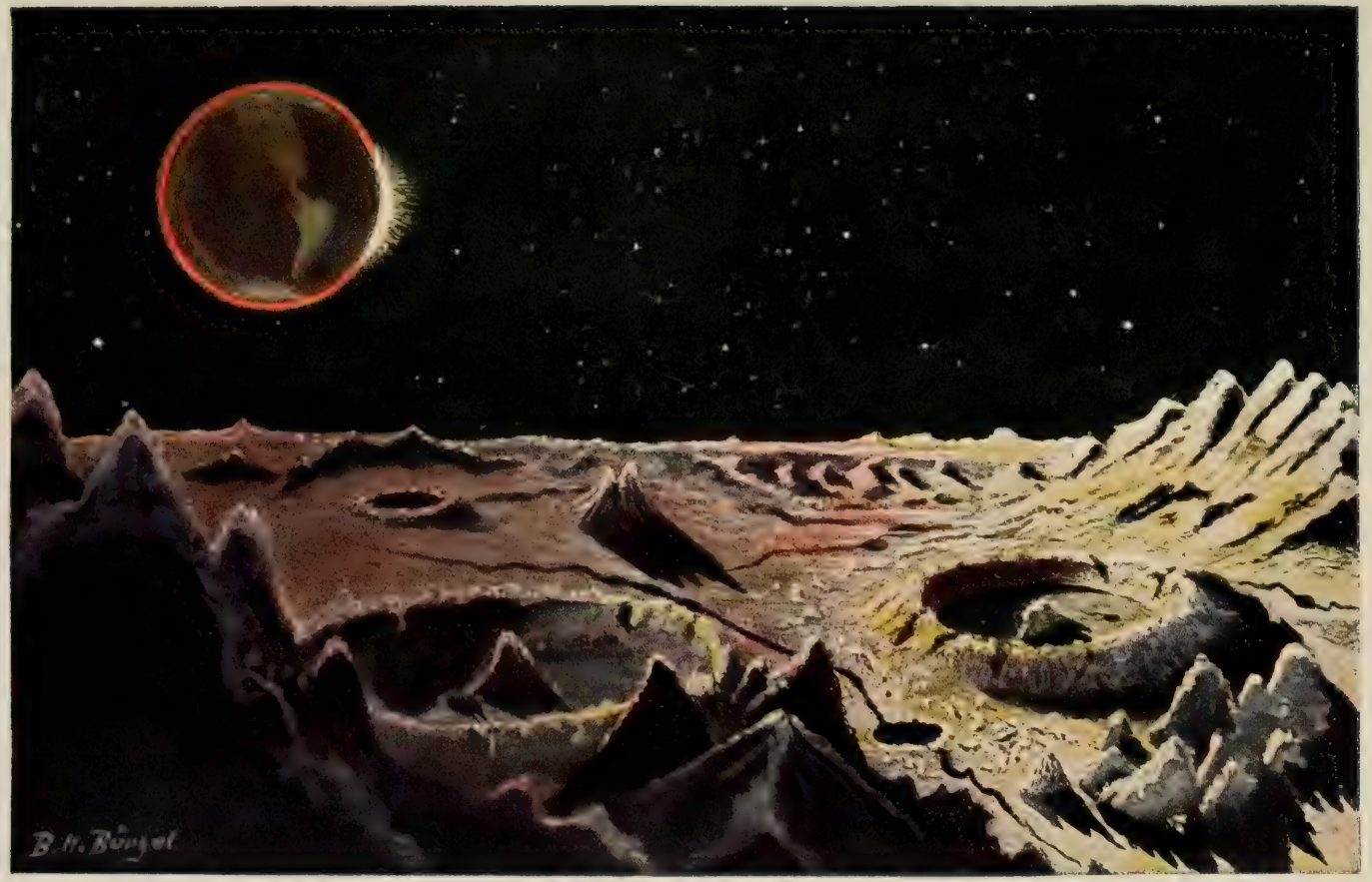
zu dieser Zeit der Sirius noch nicht aufgegangen sein, während der Delphin dem Untergange noch ein wenig ferner steht. Im allgemeinen aber wird, wie gesagt, die Karte den Verhältnissen entsprechen.

Anfänger lassen sich zuweilen durch zufällig sichtbare Planeten, die natürlich auf unseren Karten nicht eingetragen sind, da sie ja fortwährend ihren Ort am Himmel ändern, verwirren. Bei den sehr hellen Planeten Venus und Jupiter kann wohl kaum eine Verwechslung mit Fixsternen vorkommen, ziemlich leicht aber bei Mars und Saturn, die zu manchen Zeiten nur schwach leuchten. Durch ihr ruhiges Licht unterscheiden sich die Planeten schon von den Fixsternen. In zweifelhaften Fällen tut man am besten, im Kalender nachzuschlagen, ob zurzeit ein Planet in dem betreffenden Sternbilde steht.

Auf den Tafeln sind alle störenden Nebensächlichkeiten fortgelassen, auch die Namen der Sternbilder nicht vermerkt, weil diese die Übersichtlichkeit beeinträchtigen würden. Man wird leicht mit Hilfe der Zahlen die Namen der betreffenden Bilder ermitteln können. Bei Betrachtung der Karten muß man immer bedenken, daß ihr Mittelpunkt dem Scheitelpunkt (Zenit) des Himmels entspricht. Auf Tafel I steht also das Sternbild Perseus fast im Zenit. Der auf allen Karten gezeichnete Halbkreis ist der jeweils über dem Horizont befindliche Teil des Himmelsäquators. Wie man bei Vergleichung der vier Karten sieht, die zusammen den Jahreskreislauf der Gestirne über dem abendlichen Himmel erkennen lassen, sind in den verschiedenen Jahreszeiten immer andere Äquator- und Tierkreisbilder sichtbar. Die gerade Linie, die vom Südpunkt, durch Zenit und Nordpol, bis zum Nordpunkt des Horizontes geht, ist die Meridianlinie, und die Sterne, die auf demjenigen Teil der Meridianlinie stehen, der zwischen dem Pol und dem Südpunkt des Horizontes liegt, „kulminieren" in diesem Augenblick, d. h. sie haben in diesem Augenblick ihren höchsten Stand über dem Horizont inne. Auf Tafel I geht z. B. „Algol" gerade durch den Meridian.

Bezüglich der Anwendung der Karten sei noch ein Wort gesagt: Man halte die Karte so, daß immer derjenige Punkt des Kartenrandes, der der betreffenden Himmelsstelle entspricht, die man beobachten will, unten ist und der Himmelsrichtung zugekehrt, die am Rande angegeben ist. Will man also dem Nordhorizont nahestehende Sternbilder beobachten, so muß man die mit Nordhorizont bezeichnete Stelle der Karte nach unten halten und der nördlichen Himmelsstelle zukehren; man hat dann die Sterne in der richtigen Lage zu den entsprechenden Objekten am Himmel. Wie an den verschiedenen Erdorten der Himmelsäquator zum Horizont steht, wurde schon anfangs auseinandergesetzt, und eine genaue Durchsicht gerade dieses Abschnittes wird in Verbindung mit dem Studium der Sternkarten und den hier gegebenen Ratschlägen dazu beitragen, die Sterne und Sternbilder kennenzulernen. Übung macht auch hier den Meister.

*



Aquarell von Bruno H. Bürgel.

Eine Sonnenfinsternis auf dem Monde

Wie sie so himmlisch ruhig oben kreisen,
Kein Laut, der je zu uns herüberdrang;
Sie wandeln ihren stillen, ewig leisen,
Geheimnisvollen, wunderbaren Gang.

Die Winde sausen aus der fernsten Ferne,
Des Weltalls Boten fliehn sie hin und her,
Doch bringen sie aus dem Bereich der Sterne
Nicht einen Ton, der uns vernehmbar wär.

Vergebens ist des Ohrs gespanntes Lauschen,
Der Geist nur überwindet Raum und Zeit,
Und ihm ertönt im stummen Sphärenrauschen
Der Donnerruf des Alls: Unendlichkeit.

R. Waldmüller (Duboc).

Die Fixsterne

Fünfzig Millionen Sonnen. Fixsterne sind Sonnen, die Sonne ist ein Fixstern. Die scheinbare Größe und die Entfernung einiger Sterne. Die Zusammengehörigkeit vieler Sterne in den Sternbildern ist nur scheinbar. Über die Bewegung der Sterne im Weltenraum. Sterne, die sich uns nähern oder sich von uns entfernen. Die Sonne mit all ihren Planeten eilt gleichfalls mit großer Geschwindigkeit durch den Raum. Wohin wir fliegen. Sternfamilien und Sternströme. Das Blinkern der Sterne und seine Entstehung. Doppelsterne und mehrfache Sterne. Verschiedenfarbige Sonnen. Die veränderlichen Sterne. Die Ursache des veränderlichen Lichtes der Sterne. Sterbende Sonnen. Von dunklen Sternen. Wie sich uns das Dasein dunkler Sterne verrät. Weltkatastrophen. Das Aufflammen der neuen Sterne. Die Tychonische Nova. Die Nebel um die Nova im Fuhrmann und um den neuen Stern im Perseus. Erklärung der Erscheinungen. Der Untergang von Sonnensystemen. Die Farbe der Sterne und ihre Entwicklung. Giganten und Zwerge.

Sonnen und immer wieder Sonnen, und flögen wir selbst mit Gedankenschnelle durch den unendlichen Raum! Sonnen und Sonnensysteme! Kein Riesenfernrohr so mächtig, daß es die Grenze zeigte, hinter den kleinsten, fernsten Sternlein erblickt ein neues, noch kräftigeres Riesenauge immer wieder neue, noch unbekannte Sonnen in unbekannten Fernen. Und flögen wir, ein Ahasverus des Weltalls, unermüdlich Jahrmillionen lang über den schimmernden Gürtel der Milchstraße hinaus, jener Milchstraße, die ja aus Millionen allerkleinster Sternlein besteht, des Leuchtens gäb es kein Ende: Sonnen und immer wieder Sonnen! Neue Milchstraßen draußen in einer neuen Provinz der Unermeßlichkeit.

„Fixsterne" nennen wir die fernen Sonnen, die allabendlich den Himmel überziehen; Fixsterne, das heißt eigentlich feststehende Sterne, aber in Wahrheit stehen sie gar nicht fest, wenngleich sie nicht so beweglich scheinen

wie die Planeten, und erst nach Jahrhunderten ein winziges Stücklein Weges weitergewandert sind. Das Wort Fixstern stammt noch aus jenen Zeiten, da man glaubte, jene Sonnen dort droben wären an der kristallenen Schale des Himmels festgemachte goldene Nägel oder Lichtlein. Schon in dem vorigen Kapitel, das von der Orientierung am Sternenhimmel handelte, wurde auseinandergesetzt, daß die Zahl der mit freiem Auge sichtbaren Sterne sehr überschätzt wird; es sind ihrer gar nicht unendlich viele, sondern bei uns auf der nördlichen Himmelskugel etwa 3500 sichtbar. Am ganzen Himmel ringsum, auf der Nord- und auf der Südhalbkugel der Erde, vermag ein mit normalem Auge ausgestatteter Mensch 6500, allerhöchstens 7000 Sterne zu zählen. Nach der Helligkeit teilt der Astronom die Sterne in Größenklassen ein; wir kennen Sterne 1. bis 20. Größe. Nur die Sterne der ersten sechs Größenklassen sind noch mit freiem Auge sichtbar. Sterne 1. Größe, also jene ganz hellen, die wir schon gleich nach Eintritt der Dunkelheit am Himmel flimmern sehen, gibt es nur 20, Sterne der letzten, dem freien Auge noch sichtbaren Größenklasse, der 6., gibt es hingegen 3200, und so wächst die Anzahl der Sterne mit ihrer Kleinheit. Unsere Sternkataloge geben schon etwa 14 000 Sterne 7. und 60 000 der 8. Größe an; Sterne der 9. Größe zählen wir bereits über eine Viertelmillion am Himmel, und so wächst und wächst das Heer der fernen Sonnen ins Ungemessene. Der Astronom Herrschel hat versucht, die Zahl der Sterne zu bestimmen, die in seinem mächtigen Spiegelteleskop noch sichtbar waren, er fand als äußerste Grenze 20 Millionen Sterne rings um den ganzen Himmel. In unseren modernen Instrumenten wächst die Zahl auf 50 Millionen, aber was will selbst diese Zahl beweisen! Wie unvollkommen sind selbst heute noch unsere optischen Hilfsmittel gegenüber der Unendlichkeit. Auch hinter jenen 50 Millionen Sternen liegen neue, und wir wären dem jungen Entlein in Andersens reizendem Märchen zu vergleichen, das da meinte, die Welt wäre hinter des Pfarrers Garten, so weit es sehen konnte, zu Ende, wenn wir wähnten, daß nur bis zur Grenze des uns sichtbaren Raumes die Sonnen sich dehnten. Wir werden im nächsten Kapitel sehen, daß das uns umgebende Heer der Sterne mindestens 500 Millionen Sonnen zählt, die eine in sich abgeschlossene Wolke im Weltall bilden, das „Milchstraßensystem". Es ist ein wunderbarer Gedanke, zu wissen, daß jene Sonnenheere aus eben solchen Körpern bestehen wie unsere Sonne, und daß unsere Sonne ein Fixstern ist wie jene dort droben. Wie ungeheuer wächst mit diesem Gedanken die Größe und Erhabenheit des Alls! Wir begreifen oder ahnen doch die Unermeßlichkeit, denn es ist in hohem Maße wahrscheinlich, daß all diese Sonnen die Mittelpunkte von Sonnensystemen sind, daß also Millionen und aber Millionen solcher Sonnensysteme vorhanden sind wie das unsrige, dessen Größe uns bei seiner Durchquerung in den vorigen Kapiteln so gewaltig, so unfaßbar schien. Millionen Sonnensysteme mit wahrscheinlich vielen

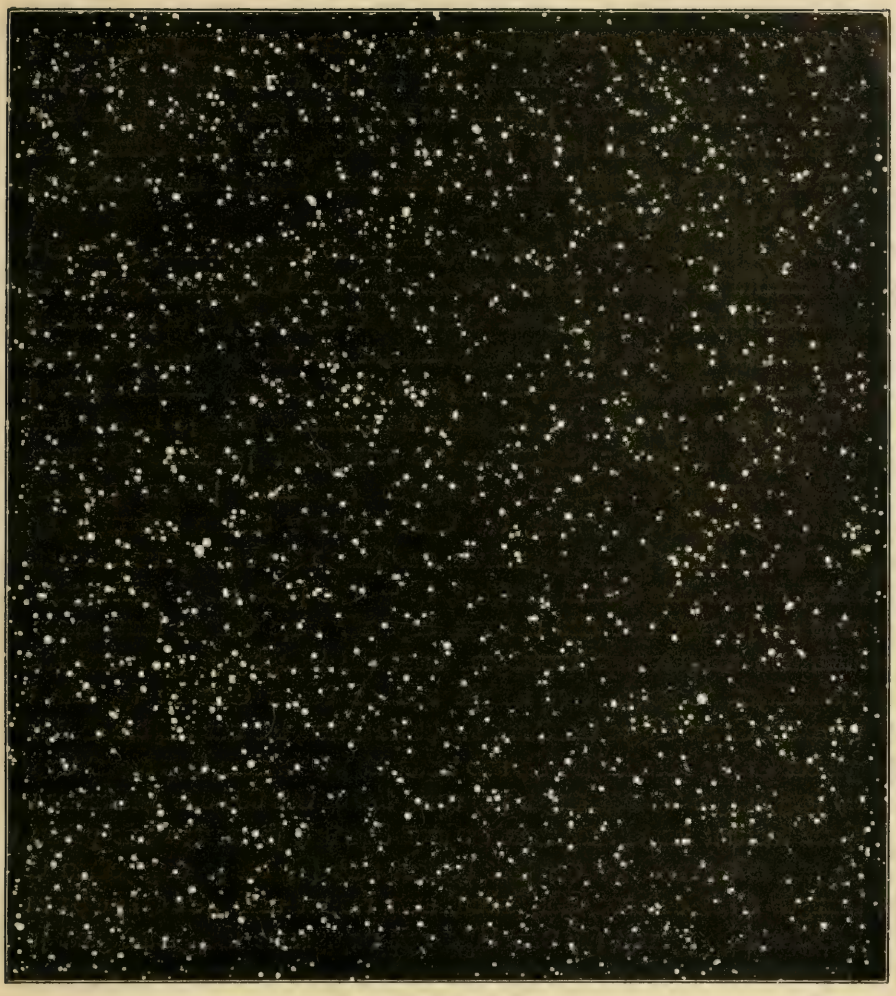


Abb. 267. Partie im Sternbilde des Schwanes, im Fernrohr gesehen
Mit unbewaffnetem Auge sieht man im selben Raum nur zehn Sterne

Millionen Planeten, über deren Bewohntheit wir freilich nichts wissen und sagen können!

Die scheinbare Größe der Sterne, die wir eben besprochen, hat natürlich mit der wahren Größe wenig zu tun. Ein sehr heller Stern, etwa der Sirius, der in Winternächten so hell an unserem Himmel funkelt, kann weitaus kleiner sein als irgend ein Sternlein 10. Größe oder gar 16. Größe, das in dem größten Fernrohr der Welt gerade noch als winziges Pünktchen sichtbar ist. Die Entfernung der Sterne spielt hier die wichtigste Rolle.

Wohl gibt es Sterne sehr verschiedener Größe, Sonnen die unsere Sonne mehr als hundertmal an Durchmesser übertreffen, wie wir später noch sehen

werden, dennoch kann man ganz allgemein sagen, daß Sterne, die uns sehr hell, sehr groß erscheinen, n a h e Sterne sind, und daß umgekehrt die mächtigen Ströme ganz schwacher Sternlein, wie wir sie in der Milchstraße haben, im allgemeinen nicht kleiner, sondern nur viel ferner sind als die hellen Sterne des Himmels. Es kann also, wenn es im Einzelfall auch einmal anders liegen wird, ganz allgemein die Helligkeit eines Sternes uns einen Anhalt für seine Entfernung geben.

Ebensowenig wie uns ein Opernglas etwas nützen würde, gälte es bis nach Amerika zu schauen, so wenig nützen uns alle Riesenfernrohre der Welt bei der Betrachtung der Fixsterne. Jene Lichter befinden sich in so unendlichen Entfernungen von uns, daß unsere Fernrohre, die uns so viele feine Einzelheiten auf anderen, nahen Gestirnen zeigen, hier gänzlich machtlos sind; nur ein wenig heller erscheinen die Fixsterne im Fernrohr, aber sie bleiben unteilbare Punkte, strahlende Sternchen wie wunderbar funkelnde Diamanten. Die astronomischen Meßkünste versagen gegenüber solchen gewaltigen Entfernungen, die Entfernung der Erde von der Sonne schrumpft ihnen gegenüber zu einem Punkt zusammen, und selbst der nächste jener Milliarden Sterne, also unserer Sonne Nachbar, ist — wie schon früher hervorgehoben wurde — so weit von uns entfernt, daß wir diese Strecke kaum mehr in Kilometern auszudrücken vermögen, denn die Riesenzahl gibt uns keinen verständlichen Begriff. Der nächste von all diesen Sternen ist, wie wir wissen, der Stern Alpha Centauri, ein heller Stern, der nur auf der Südhalbkugel der Erde zu beobachten ist, und wenn ich jetzt verrate, daß dieses Gestirn nach sorgfältigen Berechnungen sich rund 40 700 000 000 000 Kilometer von unserer Heimat im Weltenraum entfernt befindet, so werden wir genau so klug sein wie zuvor. In der Tat bedient man sich bei so ungeheuren Entfernungen eines anderen Maßstabes, man rechnet nach „L i c h t j a h r e n".

Bekanntlich pflanzt sich das Licht mit unfaßbarer Geschwindigkeit fort; in einer einzigen Sekunde durchschwirrt es 300 000 Kilometer, es würde also die Entfernung Erde—Mond in 1¼ Sekunden durchlaufen. Die Strecke nun, die der Lichtstrahl durchwandert hat, wenn er ein ganzes Jahr unterwegs war, nennt man ein Lichtjahr. Da ein Jahr 31 Millionen 536 Tausend Sekunden hat, und das Licht pro Sekunde 300 000 Kilometer wandert, so kann man leicht berechnen, wieviele Kilometer ein Stern von uns absteht, wenn sein Licht ein Jahr braucht, um auf unserer Erde anzulangen.

Nun, so nahe steht uns keiner jener fernen Sterne, denn eben jener Alpha Centauri liegt schon 4⅓ Lichtjahre entfernt. Wie unglaublich groß selbst die Entfernung dieses allernächsten Fixsternes ist, begreift man vielleicht leichter, wenn man folgenden Vergleich anstellt: Nehmen wir einmal an, die Sonne sei von der Erde nicht weiter entfernt, als unser eines Auge vom andern, die Entfernung von 149 Millionen Kilometern schrumpfe also zum Abstand unserer beiden Augen von einander zusammen, so müßte — in dem-

Abb. 268. Eine astronomische Phantasie. Die Wanderung der Lichtstrahlen durch den Weltenraum.

Zeichnung von Heinrich Harder

Obwohl sich die Lichtstrahlen mit einer Geschwindigkeit von 300 000 Kilometern per Sekunde im Raum ausbreiten, sind die meisten Fixsterne so weit von uns entfernt, daß das Licht Jahrhunderte und Jahrtausende braucht, um von ihnen zu uns oder von der Erde zu ihnen zu gelangen. Dem Bewohner eines Sternes in der Milchstraße erschiene z. B. die Erde *heute* in dem Licht, das vor 15 000 Jahren von ihr ausging. Vom Fixstern Wega aus sähe man *jetzt* den Einzug der Deutschen in Paris; von den Sternen im „Siebengestirn" Friedrich den Großen seine Kriege führen. Aus der Entfernung der Sterne 6. Größe erschiene die Erde heute im Zeitalter Luthers, und auf einem Stern 12. Größe kämen erst heute die Lichtstrahlen an, die zur Zeit der Schlacht im Teutoburger Walde von der Erde ausgingen.

selben Verhältnis - Alpha Centauri immer noch 19 Kilometer fern von unseren Augen liegen.

Und, wie gesagt, dieser Stern ist noch der nächste; für die kleinsten in unseren Instrumenten sichtbaren Fixsterne aber nimmt man ganz ungeheure Entfernungen an. Die winzigen Lichtpünktchen, die, zu Milliarden vereinigt, den matten Schimmer der „Milchstraße" hervorbringen, mögen sich nach annähernden Schätzungen 10 000 bis 15 000 Lichtjahre von uns entfernt befinden; ja es mag Sterne geben, die heute gar nicht mehr leuchten, die aber doch noch von uns gesehen werden, weil der letzte Lichtstrahl hier noch nicht angekommen ist. Könnte man die von der Erde ausgehenden Lichtstrahlen dort oben auf den Sternen der Milchstraße wieder zerlegen und somit die Geschehnisse auf Erden verfolgen, man würde jetzt die Erde dort in einem Zustande sehen, in dem sie sich vor ungefähr 15 000 Jahren befand, denn die Lichtpost kommt trotz ihrer Schnelligkeit erst jetzt dort an, wie denn auch wir jene Sterne in dem Licht sehen, das sie vor 15 000 Jahren ausstrahlten.

Berechnen läßt sich die Entfernung dieser fernsten uns noch sichtbaren Sonnen natürlich nicht mehr; hier treten Schätzungen an die Stelle der Messung, aber diese Schätzungen gehen von dem schon oben angeführten Gedanken aus, daß die scheinbare Helligkeit der Fixsterne einen Schluß auf ihren Abstand von unserem Sonnensystem zulasse. Sternen, die weiter von uns entfernt sind als etwa 200 Lichtjahre, vermögen wir nicht mehr messend beizukommen, es sind also nur wenige Sterne, die uns noch so „nahe" stehen, daß wir ihren Abstand von unserem Sonnensystem mit ziemlicher Genauigkeit anzugeben vermögen. Bessel war es, der 1838 zum ersten Male die Entfernung eines Fixsternes messen konnte. Nach fast zweijährigen Messungen der scheinbaren Bewegung des Sternes „61 Cygni" (eines Sternchens 5. Größe im Sternbilde des Schwanes) fand er dessen Abstand zu etwa 11 Lichtjahren; neuere Messungen mit feineren Meßmitteln zeigen, daß dieser Nachbar der Sonne rund 6½ Jahre von uns entfernt ist. Der hellfunkelnde Sirius ist uns so fern, daß das Licht 9,6 Jahre braucht, um uns zu erreichen, Arktur im Sternbilde des „Bärenhüters" ist 25, die Wega in der „Leier" 39, der Polarstern ist 40, die Sterne im Sternbilde des Großen Bären sind im Durchschnitt 70 Lichtjahre fern, aber sie alle sind ja noch Segler, die verhältnismäßig nahe unserer eigenen Fahrstraße dahineilen. Für die Sterne 6. Größe, die kleinsten, die ein gutes Auge gerade noch in klarer Nacht erblicken kann, muß man etwa 230 Lichtjahre Entfernung ansetzen, und so dehnt sich das Sternenheer immer weiter, bis zum Gürtel der Milchstraße, deren fernste Sonnen nach neueren Forschungen 20–30 000 Lichtjahre von uns abstehen!

Sorgfältige Messungen über Stellung und Bewegung der Fixsterne in der Nachbarschaft unserer Sonne machen es sehr wahrscheinlich, daß einige

der uns näheren helleren Sterne und die Sonne eine kleine Sternfamilie für sich bilden, und gemeinsam in gleicher Richtung durch den Weltenraum wandern. Die Sterne, die wir zu „Sternbildern" am Himmel vereinigen, stehen meist nur scheinbar beieinander, bilden meist nur scheinbar eine zusammenhängende Figur und sind in Wirklichkeit, teils vor, teils hintereinander stehend, durch ungeheure Räume von einander getrennt, so daß sie nur perspektivisch an derselben Himmelsstelle gesehen werden. Der eine von den Sternen eilt dorthin, der andere nach einer ganz anderen Richtung durch den Raum, kein gemeinsames Band verbindet sie, und nach Jahrmillionen ist auf diese Weise das ganze Sternbild auseinander gefallen und es haben sich vielleicht neue Konfigurationen gebildet. Auf Abb. 269 ist in der Mitte das Sternbild des „Großen Bären" oder „Wagens" dargestellt, wie es uns jetzt erscheint. Zugleich ist durch Pfeile die Bewegungsrichtung der einzelnen Sterne dieses Sternbildes angedeutet. Da sehen wir denn, daß einige Sterne dieser schönen Sterngruppe in der Tat zusammengehören und in geraden Linien hintereinander durch den Raum eilen, andere aber gehören nicht zu diesem kleinen Sonnenschwarm, sondern ziehen in anderer Richtung ihre Straße, sie stehen auch im Raum entweder weit vor oder weit hinter den erstgenannten Sternen. Natürlich muß früher einmal das Sternbild des „Großen Wagens" ganz anders ausgesehen haben, wie es denn nach Jahrtausenden wieder eine andere Gestalt haben wird als heute. Auf der letztgenannten Abbildung ist diese Veränderung des Sternbildes infolge der Eigenbewegung der Sterne zum Ausdruck gebracht. Ferner sehen wir in Abb. 270 das Sternbild des „Orion", wohl das schönste des ganzen Himmels, in seiner heutigen Gestalt und so, wie es unsere Nachkommen nach 75 000 Jahren sehen werden. Könnten wir mitten in die Sterngruppe, die ein solches Sternbild zusammensetzt, hineinfliegen, so würden wir erst bemerken, daß ungeheure Zwischenräume zwischen den einzelnen Sonnen liegen; von der Zusammengehörigkeit jener Sterne würden wir kaum etwas bemerken, wir sähen den Himmel genau so gestirnt wie bei uns, nur da und dort einige besonders helle und auffällige Sterne, eben die, die das Sternbild zusammensetzen. Es ist also an sich nicht unwahrscheinlich, daß auch der Fixstern, dem die Erde als Trabant zugeteilt ist, die Sonne, mit einigen anderen hellen Sternen, die

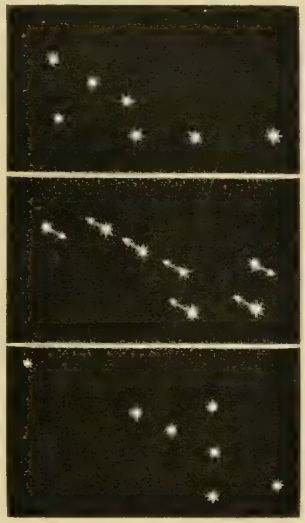


Abb. 269. Das Sternbild des Großen Bären (Großer Wagen) in seiner jetzigen Gestalt (Mitte) und vor und nach 10 000 Jahren

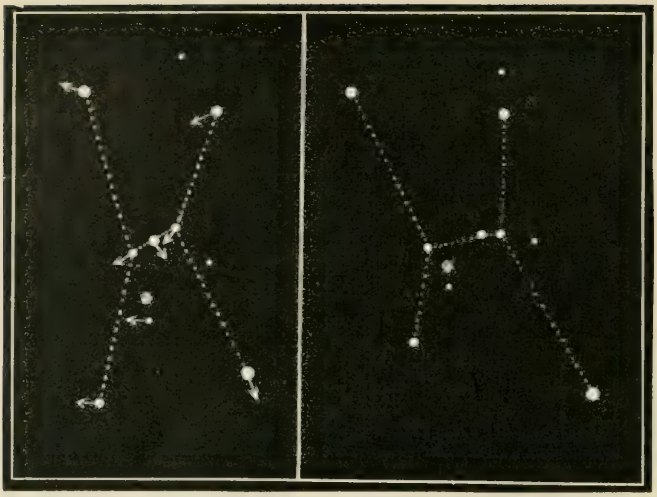


Abb. 270. Das Sternbild des Orion
links in seiner heutigen Gestalt, rechts nach 75 000 Jahren

uns näher sind, gemeinsam durch den Weltenraum zieht; Bewegungsmessungen verschiedener Sterne werden darüber später Gewißheit geben. Von irgend einem Punkte des Raumes aus betrachtet, vielleicht von einem Planeten einer sehr fernen Sonne, bildet also auch unsere Sonne zweifellos mit anderen Fixsternen ein Sternbild; nach Untersuchungen der Potsdamer Sternwarte gehören die Wega, der Sirius, Beteigeuze und andere helle Sterne zu dieser Konstellation.

Auch die Sterne, die scheinbar ewigen, bewegungslosen, ruhen also nicht! Sie sind nicht an die kristallene Schale des Himmelsgewölbes wie Nägel angeheftet, sie wandern, eilen mit unfaßbarer Geschwindigkeit durch den Raum. Und dennoch sehen wir die Sternbilder heute fast in derselben Gestalt, wie sie Hipparch sah, als er 150 Jahre vor Christo den ersten Sternkatalog herstellte; wir sehen sie fast genau so, wie sie vor Jahrtausenden die Ägypter sahen, als sie ihre Pyramiden bauten. Ein Pharao würde, wenn er nach mehrtausendjährigem Todesschlaf nun wieder unter uns treten könnte, den Sternhimmel nicht wesentlich verändert finden, er sähe die ihm wohlbekannten Sternbilder leuchten wie damals, als er in Glanz und Pracht auf Erden wandelte, denn nur wenig ändert sich in einigen Jahrtausenden der Himmel. Und doch wissen wir, daß die Sterne tausendmal schneller durch den Raum fliegen als unsere Schnellzüge.

Erst der neueren Astronomie mit ihren feinen Meßinstrumenten ist es gelungen, die *Bewegung der Sterne* zu konstatieren, sie zu messen. Wie gering die scheinbare Verschiebung der Fixsterne trotz ihres rasend schnellen Fluges ist, erhellt daraus, daß derjenige aller Sterne, der die schnellste Bewegung hat (es ist ein kleines Sternchen im Sternbilde des Maler und wird von den Astronomen der Schnelläufer genannt), sich in jedem Jahrhundert um eine halbe Vollmondsbreite weiterbewegt. (Abb. 274.) Aber wie gesagt, er bildet mit seiner schnellen Fortbewegung eine Ausnahme. — Natürlich werden die Sterne, die unserem Sonnensystem *nahe*

stehen, eine schnellere Bewegung zeigen als andere, fernere Gestirne. So scheint sich ja auch ein Eisenbahnzug schneller fortzubewegen, wenn wir ihm nahe stehen, während er aus großer Entfernung, etwa von einem fernen Berge aus betrachtet, langsam durch die Landschaft zu kriechen scheint. Der Stern Alpha Centauri, den wir als den allernächsten Fixstern kennengelernt haben, durchläuft in einem Jahrhundert den sechsten Teil einer Vollmondsbreite am Himmel; der Stern Arktur im „Bärenhüter" den achten, und der

Abb. 271. Zielpunkt unseres Sonnensystems
Der Doppelkreis links oben, nahe dem Stern Wega, bezeichnet die Himmelsstelle, nach welcher das Sonnensystem mit 19,5 km in der Sekunde im Raum vorwärts eilt

helle Sirius den fünfzehnten Teil einer Vollmondsbreite in hundert Jahren. Kennt man nun die Entfernung eines Sternes, und kann man die scheinbar durchlaufene Strecke messen, so ist es nicht schwer, die wahre Eigenbewegung zu ermitteln und in Kilometern anzugeben. Da zeigt es sich denn, daß wir es hier mit sehr hohen Geschwindigkeiten zu tun haben. Jener Schnelläufer legt in jeder Sekunde 298 Kilometer zurück, fliegt demnach 600mal schneller als ein modernes Gewehrgeschoß durch den Raum, der Stern Schedir in der „Cassiopeia" kommt in der Sekunde 178, Pollux in den „Zwillingen" 53, Aldebaran im „Stier" 52, Wega in der „Leier" 27 und „Sirius" 18 Kilometer vorwärts.

Sehr schwierig war es natürlich, die Bewegung festzustellen, wenn sich ein Gestirn direkt auf uns zu bewegt, oder wenn es umgekehrt sich direkt von uns fortbewegt; man kann ja dann naturgemäß keine Verschiebung nach links oder rechts zu anderen Sternen erkennen. Es ist so, als ob wir auf den Schienen stehen und in großer Entfernung einen Zug auf diesen Schienen bemerken; wir haben dann gleichfalls Mühe, zu konstatieren, ob der Zug steht, ob er auf uns zu, oder von uns fortstrebt, und erst nachdem eine Weile verflossen ist, wird uns die Bewegung und Richtung des Zuges deutlich, weil wir ihn kleiner oder größer werden sehen. Wie viele Jahrtausende aber müßte wohl die Menschheit warten, um aus dem Größerwerden oder Kleinerwerden eines Sternes dessen Bewegung erkennen zu können! So mußte man auf andere Mittel sinnen, um die Bewegung solcher Fixsterne, die genau auf uns zu- oder von uns fortstreben, ermitteln zu können. Christian Doppler fand diese Methode, und wir haben sie im Kapitel „Was uns das Spektrum von den Sternen mitteilt" näher auseinandergesetzt. — Nach allen Richtungen durcheilen die Sterne den Raum; manche bewegen sich auf unseren Standort im Universum zu, andere entfernen sich von uns. Sirius, Wega und Arktur z. B. nähern sich uns, während Aldebaran, Pollux und die Hauptsterne im Sternbilde des Orion ihren Abstand von unserem Sonnensystem vergrößern.

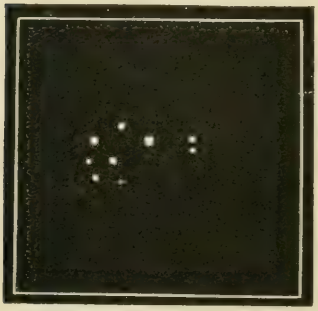


Abb. 272. Die Plejaden (Siebengestirn) mit freiem Auge gesehen

Aber auch unsere Sonne ist ja ein Fixstern wie jene alle, und schon aus Wahrscheinlichkeitsgründen sollten wir annehmen, daß auch sie nicht still steht, sondern gleich jenen weiterschwimmt im uferlosen Meer des Raumes, all ihre Planeten mit sich ziehend. Die Bewegung des Sonnensystems konnte uns nur an der Bewegung der Sterne kenntlich werden, konnte sich nur an ihnen gewissermaßen wiederspiegeln. Jemand, der eine mit Bäumen bepflanzte Allee entlangschreitet, hat den Eindruck, als ob die Bäume vor ihm, auf die er zuschreitet, immer weiter auseinandergehen, während die hinter ihm, von denen er sich immer mehr entfernt, zusammenrücken. So müssen auch die Sterne an der Himmelsstelle, auf die das Sonnensystem zueilt, weiter auseinanderrücken, ihren Abstand voneinander im Laufe längerer Zeiträume vergrößern, während die Sterne, die an dem gegenüberliegenden Punkt des Himmels stehen, von dem sich das Sonnensystem immer mehr entfernt, scheinbar einander näherrücken müssen. Ganz so einfach kann sich die Beobachtung in Wirklichkeit nicht gestalten, denn wir sahen ja, daß jene Sterne selbst nach den verschiedensten Richtungen im Raum weiterschreiten; so muß der Astronom geschickt die wahre Bewegung der Sterne

von der scheinbaren trennen, um die wahre Bewegung des Sonnensystems von der scheinbaren sondern und ermitteln zu können. Auf den verschiedensten Wegen ist man dem schwierigen Problem nähergekommen und hat ermittelt, daß sich das Sonnensystem nach dem Sternbild der „Leier" oder dem ihm benachbarten des „Herkules" zu bewegt. Man kann diese Stelle am Himmel leicht finden, wenn man vom Sternbild des Großen Bären ausgeht. Wir geben in Abb. 271 ein Orientierungsbild für die in Frage kommende Himmelsgegend, so wie sie sich in unseren Breiten zum Horizont stellt, wenn wir im Winter abends den Blick nach Norden richten. Zwischen den Sternbildern Herkules und Leier ist ein Kreis gezeichnet. Er umschreibt die Stelle, auf die unser ganzes Sonnensystem mit einer Geschwindigkeit von 19½ Kilometern in der Sekunde zusteuert. Bliebe der Stern Wega, der 39 Lichtjahre von uns entfernt ist, an seinem Ort, so würde unser Sonnensystem nach 590 000 Jahren dort angelangt sein.

Es scheint, als ob Sterne in der Nachbarschaft der Sonne mit ihr gleiche Flugrichtung haben. Vielleicht sind diese Sonnen mit der unseren verschwistert, entstanden sie gemeinsam aus einer kosmischen Gaswolke im Raum und erhielten denselben Bewegungsimpuls bei ihrer Geburt. Überhaupt zeigen die in den letzten zwanzig Jahren ganz erstaunlich fortschreitenden Arbeiten auf diesem Gebiet, daß die Sterne keine „Einzelgänger" sind, daß sie zumeist in Familien, in Schwärmen durch das Weltall ziehen. Der Sternhaufen, den wir Siebengestirn oder Plejaden nennen (Abb. 272 u. 273), und der wohl auch die Aufmerksamkeit des „Mannes auf der Straße" erregt, der sich sonst für den Himmel nicht sonderlich interessiert, zeigt uns eine solche Sternfamilie, die gemeinsam weiterwandert. Sie steht uns sehr fern, und so erblicken wir sie als abgeschlossenes Grüppchen. Eine andere, schon zerstreutere und größere Sternfamilie haben wir in den „Hyaden" vor uns, die im Sternbilde des Stieres stehen. Würde sich dieser Strom auf uns zu

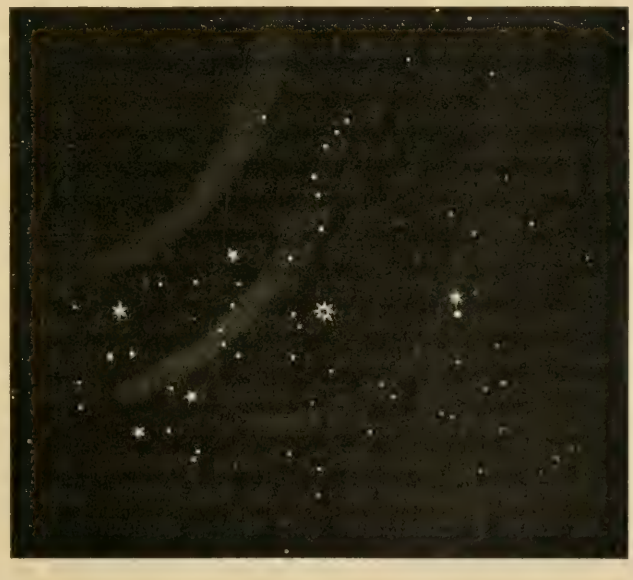


Abb. 273. Die Plejaden, im Fernrohr betrachtet

bewegen, während unser Sonnensystem selbst am Orte bliebe, so würden nach Jahrhunderttausenden wir selbst mitten in dem Haufen stehen, der aber dann durchaus nicht mehr auffällig wäre, sondern sich rings über den ganzen Himmel verteilt hätte. Tatsächlich wird durch Bewegungen solcher Sternströme das Himmelsbild in langen Zeiträumen vollkommen verändert. Vielleicht steht unsere Sonne, ohne daß wir es wissen, selbst in einem solchen Sternhaufen, der aber nur von irgendeinem sehr fernen Fixstern aus als solcher auffällig wird! —

Die sehr großzügigen Untersuchungen von Kapteyn, Eddington, Schwarzschild, Oppenheim usw. scheinen zu beweisen, daß es in dem Millionenheer der Sterne ringsum zwei oder drei Hauptsternströme gibt. Sehr schwer aber ist es, herauszubekommen, wie nun deren Bewegung zum großen Ganzen in Wahrheit verläuft. Wir haben schon gehört, und es wird später weiter ausgeführt, daß das ganze Sternenheer eine in sich geschlossene Wolke bildet, das Milchstraßensystem. Diese Wolke hat die in den Abb. 290 und 292 angedeutete Form, also eine Spiralstruktur. Es ist wahrscheinlich, daß die einzelnen Spiralarme, die also aus ungeheuren Sternströmen gebildet werden, um den Kern rotieren, was aus unserer Perspektive gesehen, eben den Eindruck verschiedener, in der Bewegungsrichtung von einander abweichender Sternströme macht. —

Ohne uns in diese sehr schwierigen Probleme weiter zu vertiefen, erkennen wir, wie weit menschliche Forschung doch schon in dieses schier unergründliche Schneegestöber von Sternen eingedrungen ist. Wenn auch die letztbehandelten großen Probleme noch langer Untersuchungen bedürfen, die große Linie ist schon jetzt deutlich.

So sahen wir denn, daß die Sterne, daß unsere Sonne selbst, die fest im Himmelsgewölbe verankert schienen wie Felsen in der Erde Grund, nach allen Richtungen im Raume durcheinanderwirbeln, wie Blätter im Herbst, wie der Staub, den der Wind bis zu den Wolken jagt. Könnten wir Zeit und Raum verjüngen, könnten wir Jahrtausende zu Sekunden machen, wir würden sehen, wie alles durcheinanderwogt, wie die Sterne sich loslösen vom Firmament und gleich den Flocken eines Schneegestöbers durcheinanderjagen. Die wohlbekannten Sternbilder sähen wir sich auflösen, bekannte Sterne in der Unendlichkeit verschwinden und andere auftauchen aus dem Dunkel, das eines Menschen Auge nie durchdringt, — kurz, alles im großen Sternenheer wogte auf und nieder wie die Blutkörperchen, die unsichtbar zu Millionen durch unsere Adern rollen.

Die Dichter aller Zeiten haben „der Sterne freundlich Blinken“ und Funkeln besungen und hie und da den schönen und poetischen Vergleich mit einem Auge gewählt, das aus lichten Höhen freundlich, wie grüßend, auf die im Sternenschein hienieden Einherwandelnden herunterschaut. Besonders in klaren Winternächten, wenn die Lichter des Himmels heller und leuchtender

Abb. 274. Scheinbare Fortbewegung einiger uns nahestehender Fixsterne in einem Zeitraum von 300 Jahren, verglichen mit dem Durchmesser der Mondscheibe

Das Bild zeigt, daß der Stern im Maler in 300 Jahren um etwa anderthalb Vollmondsbreiten seinen Ort am Himmel verändert

Abb. 275. Photographie des Sternhaufens im Pegasus

als sonst am tiefdunklen Firmament stehen, wird dieses Funkeln und Blinzeln der Sternlein deutlich, und man kann oft von Laien die Bemerkung hören, daß gerade dann die Beobachtung der Sterne besonders gute Resultate ergeben müsse. Der praktische Astronom weiß, daß das Umgekehrte der Fall ist, daß die Gestirne eben an solchen Abenden, wo sie am stärksten funkeln, am wenigsten gut in den Fernrohren sichtbar sind, denn jenes freundliche Blinken ist ein Zeichen dafür, daß die oberen Luftschichten sehr unruhig, stark bewegt sind und die Bilder der Sterne im Fernrohr verwaschen, unklar und verzerrt erscheinen. Feinere Details sind an solchen Abenden überhaupt nicht zu sehen.

So sehen wir, daß auch hier des einen Uhl des andern Nachtigall ist. Denn ohne Zweifel sieht für den poetischen Genießer des gestirnten Firmamentes, der sich nur am Anblick des Himmels erfreuen will, das Heer der Sternlein freundlicher und interessanter aus, wenn all die tausend Lichter leise flimmern und in allen Farben funkeln wie blitzende Diamantsplitter. Zu Zeiten, wo die Luft sehr klar ist und Ruhe in allen Schichten der Atmosphäre herrscht, besonders an schönen Herbstabenden, bemerkt man von diesem Funkeln nichts; die Gestirne erscheinen dann ruhig, brillieren nicht, der Anblick des gestirnten Himmels ist nüchterner, wenn man so sagen darf.

Der Astronom nennt dies Funkeln und Glitzern der Sterne das „Scintillieren". Betrachtet man es genauer, so bemerkt man, daß erstens einmal die Sterne dabei fortgesetzt in ihrer Helligkeit schwanken, ja an manchen Tagen wie winzige Lichtchen, die im Luftzug stehen, zu flackern scheinen. Zweitens sieht man, daß die Sterne fortwährend ihre Farbe ändern wie ein im Licht hin und her bewegter Brillant; sie spielen in allen Farben des Regenbogens. Die Ursache all dieser Erscheinungen liegt darin, daß das Licht der Sterne, ehe es in unser Auge gelangt, die beständig unruhige und verschieden dichte Atmosphäre der Erde durchwandern muß. Wäre diese Lufthülle nicht vorhanden, so leuchteten die Sterne in majestätischer Ruhe; auf dem Mond z. B., der keine Atmosphäre hat, müssen die Sterne vollkommen frei von Scintillation sein. Auch auf hohen Bergen ist diese Erscheinung schon bedeutend geringer als unten in der Ebene, und aus eben diesem Grunde funkeln die Sterne, die tief unten am Horizont stehen, wo ihr Licht einen weiteren Weg durch die Lufthülle zurückzulegen hat als im Zenit, viel stärker, als Sterne, die sehr hoch am Himmel stehen.

Ganz besonders stark ist die Erscheinung der Scintillation natürlich dann, wenn sich die Luft in großer Unruhe befindet, wie es immer zu sein pflegt, wenn eine starke Wetteränderung bevorsteht. Aus diesem Grunde ist das starke Funkeln der Sterne schon seit altersher ein sicheres Zeichen dafür, daß das Wetter umschlägt.

Die Sterne würden übrigens nicht scintillieren, wenn sie nicht so winzige Lichtpunkte wären. Wenn sie als noch so kleine Flächen in die Erscheinung träten, hörte das Funkeln auf, denn bei einer Fläche würde die

Abb. 276. Das Sternbild des Schwanes
mit dem Doppelstern Albireo und dem unserem Sonnensystem nahestehenden Stern 61 Cygni

Gesamtheit der sie bildenden Lichtpunkte die Störungen, die die einzelnen Teilchen erleiden, wieder kompensieren, aufheben. Aus diesem Grunde zeigen die Planeten kein Funkeln und Flimmern; ruhig, still und klar ist ihr Licht, und ihr Glanz ist weitaus milder. Sofort erkennt auch der Laie an eben diesem ruhigen Licht inmitten der Fixsterne leicht die Planeten. Sie, die die Sonne umwandeln, stehen uns verhältnismäßig nahe und erscheinen als sehr kleine Scheiben, so daß (wie oben auseinandergesetzt wurde) eine Scintillation nicht zustandekommen kann. Nur bei ganz außerordentlich heftigen Luftwirbeln zeigen sie — höchst selten — ein leises Flimmern. Die Fixsterne sind so ungeheuer weit von uns entfernt, daß sie, obwohl an sich hunderttausendmal größer als die Planeten, als Lichtpunkte von unermeßbarem Durchmesser erscheinen. Ja, es besteht die merkwürdige Tatsache, daß

sie in den besten Fernrohren immer winziger werden, und der Laie, der zum erstenmal einen Fixstern durch ein Fernrohr sieht, ist sehr enttäuscht, daß das Gestirn dort nicht größer zu sehen ist. Ebensowenig wie uns ein Theaterglas etwas nützen kann, wenn es gilt, ein zehn Meilen entferntes Etwas näher zu bringen, kann uns das beste, moderne, astronomische Riesenfernrohr die in unermeßlichen Fernen schwebenden Fixstern-Sonnen so viel näher bringen, daß sie auch nur als allerwinzigste Scheibchen erkennbar werden; und wenn der Astronom diese Sterne dennoch mit immer mächtigeren Instrumenten in den Kreis seiner Beobachtung einzieht, so sind es ganz andere Untersuchungszwecke, die ihn dazu veranlassen.

Wenn uns auch unsere Fernrohre wegen der großen Entfernung der Fixsterne nicht den Sternkörper selbst näher erkennen lassen, so machen sie doch, indem sie ein scharfes, klares, punktförmiges Bild von den Sternen geben, alles sichtbar, was sich sonst in dem zerfließenden, strahligen Schein verborgen hielt, machen ferner, indem sie das Licht konzentrieren, allerkleinste Sternlein noch dem Auge sichtbar. So machen wir denn im Fernrohr die eigentümliche Entdeckung, daß sehr viele Sterne, an denen wir mit freiem Auge absolut nichts besonderes beobachten können, in Wahrheit aus mehreren Sternen, zweien, dreien usw. bestehen. Wir nennen solche Sterne je nach der Anzahl der zusammenstehenden Gestirne: „Doppelsterne", Dreifache Sterne usw. Oftmals stehen diese Sterne nur scheinbar so dicht beieinander, und in Wahrheit trennen sie vielleicht Entfernungen wie die des Sirius von der Sonne; nur perspektivisch liegen sie, von der Erde aus gesehen, nebeneinander, sind unechte Doppelsterne, bei denen nach einigen Jahren durch das Fehlen der charakteristischen Bewegungen erkannt wird, daß sie in keinerlei Verwandtschaft zueinander stehen. Wenn wir das Sternbild des „Großen Bären" oder „Großen Wagens" (Abb. 266) in einer klaren Nacht betrachten, so bemerken wir dicht neben dem mittleren Deichselstern mit freiem Auge ein kleines Sternlein, wie es auf dem erwähnten Bilde angedeutet ist. Dieser mittlere Deichselstern im Großen Wagen heißt Mizar, und sein winziger kleiner Begleiter, den aufzufinden früher bei den Arabern als Sehprobe galt, wird Alkor oder „Reiterlein" genannt.

Der scheinbare Abstand beider Gestirne voneinander beträgt etwa eine Drittel-Vollmondsbreite. Hier haben wir einen scheinbaren Doppelstern vor uns. Schon mit einem kleinen Reisefernrohr, das wir auf Mizar richten, sehen wir aber, daß Mizar selbst wiederum einen kleinen Begleiter hat, ein Sternlein 5. Größe, das Mizar aber beinahe 50 mal näher steht als jenes Reiterlein, das schon dem freien Auge sichtbar ist. (Abb. 277). Hier haben wir es mit einem wahren Doppelstern zu tun. Diese beiden Sterne, der große und der kleine, sind auch im Raume nahe beieinander (selbstverständlich liegen natürlich zwischen beiden noch viele Millionen

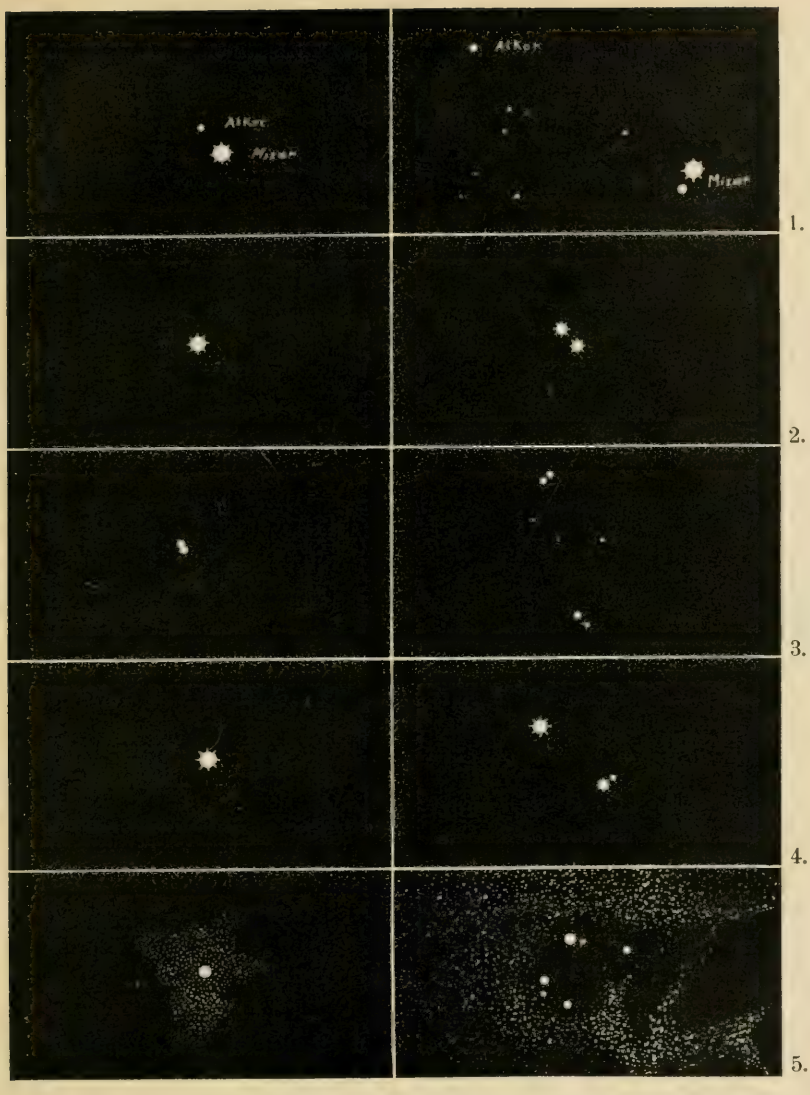


Abb. 277. Karte mit Doppelsternen und mehrfachen Sternen

Links mit freiem Auge, rechts im Fernrohr gesehen

Nach einer Darstellung des Verfassers

1. Mizar im Großen Bären. Mit freiem Auge erkennt man dicht neben Mizar ein kleines Sternchen, Alkor oder Reiterlein genannt. Im Fernrohr zeigt es sich, daß Mizar selbst doppelt ist, und daß zwischen Mizar und Alkor noch mehrere kleine Sterne stehen. 2. Der Doppelstern Kastor in den Zwillingen. Im Fernrohr erkennt man zwei gleich große, weiß leuchtende Sterne, die den 320. Teil einer Vollmondsbreite voneinander entfernt sind. 3. Der vierfache Stern in der Leyer. Mit freiem Auge erscheint der Stern länglich. Im Opernglas erkennt man, daß er aus zwei Sternen besteht. In einem starken Fernrohr sieht man, daß beide Sterne wieder doppelt sind. Der Zwischenraum zwischen dem engeren Paar beträgt nur den 750. Teil einer Vollmondbreite. 4. Der dreifache Stern Alamak in der Andromeda. Der hellste Stern ist orangefarben, der kleinere blau, der kleinste weiß. Der Abstand der kleineren voneinander beträgt nur etwa eine 2000stel Vollmondbreite. 5. Der sechsfache Stern, das sogenannte „Trapez", im Innern des großen Orionnebels

Meilen), es sind zwei Sonnen, die zueinander gehören, die miteinander zusammen durch den Weltenraum eilen, Geschwistersonnen, die auch eine Drehung umeinander resp. um den zwischen ihnen liegenden ihnen gemeinsamen Schwerpunkt vollführen. Von vielen dieser Doppelsterne ist uns die Umlaufszeit bekannt, bei einigen liegt die Bahn gerade so, daß von der Erde aus gesehen der eine Stern über den anderen hinwegzieht, so kommt es, daß uns diese Doppelsterne zuweilen selbst in den kräftigsten Fernrohren einfach erscheinen, und erst nach Jahren, wenn sich beide Körper wieder in ihrer Bahn um ein entsprechend großes Stück gedreht haben, werden sie wieder beide sichtbar, ihren Abstand voneinander langsam bis zum Maximum vergrößernd. (Bild 278 a.) Der Stern Zeta Herkules erschien Herschel im Jahre 1782 doppelt, 1795 war von dieser Duplizität nichts mehr zu sehen, und erst 1826 konnte der Astronom Struve den Begleitstern, der sich inzwischen wieder weiter von dem Hauptstern entfernt hatte, erkennen. Bei manchen Doppelsternen dauert die Umlaufszeit umeinander nur wenige Jahre, bei einigen anderen hingegen Jahrhunderte. Für den schönen Doppelstern Kastor, im Sternbilde der Zwillinge, der aus zwei gleich hellen, wahrscheinlich gleich großen Sternen besteht, hat man eine Umlaufszeit von 996 Jahren gefunden. Der Abstand der Sterne voneinander ist oft ein außerordentlich geringer, so daß die allerkräftigsten Fernrohre nötig sind, um die Duplizität des Gestirns nachzuweisen. Doppelsterne, die nur den 18 000. Teil einer Vollmondsbreite von einander entfernt sind, gehören noch nicht zu den engsten Geschwistersonnen, die man auffand.

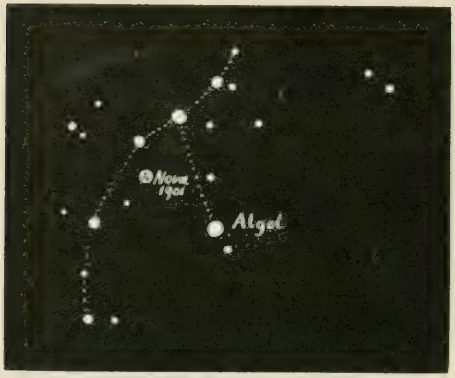


Abb. 278. Sternbild des Perseus mit dem veränderlichen Stern Algol und dem Orte der Nova 1901

Wie schon oben erwähnt, gibt es auch dreifache, vierfache Sterne; im Sternbilde des Hasen ist ein achtfacher Stern entdeckt worden und Burnham erwähnt sogar einen sechszehnfachen Stern. Hier haben wir also schon eine ganze Gruppe von Sonnen vor uns, eine Sternenfamilie. Auf Abb. 277 haben wir solche Doppel- und mehrfachen Sterne dargestellt; links, wie sie sich dem freien Auge, rechts, wie sie sich dem Fernrohr präsentieren. Mehr als 10 000 solcher Doppelsterne und mehrfachen Sterne sind bis heute aufgefunden worden.

Höchst interessant ist es, daß die nahe beieinander stehenden Sterne meist ganz verschiedene Farben haben. Wer einen guten Krim-

stecher hat oder gar ein kleines Handfernrohr, kann sich durch den Augenschein von dem Gesagten überzeugen. Im Sternbilde des Schwanes (Abb. 276) befindet sich ein schöner, leicht zu trennender Doppelstern dieser Art; es ist der Stern „Albireo", der die untere Spitze des verschobenen Kreuzes bildet. Neben dem Hauptstern, der 3. Größe ist, befindet sich ein Stern 5. Größe. Der Hauptstern hat eine orange Farbe, der kleine funkelt blaugrün. Beim dreifachen Stern „Gamma Andromeda" ist der eine Stern goldgelb, der zweite blau, der dritte weiß mit einem schwach violetten Ton. Im Sternbilde „Schiff Argo" haben wir einen Doppelstern, der aus einem tiefroten und einem blauen Stern gebildet wird; bei einem Stern im Großen Bären sind die Farben violett und weißgelb, bei einem Stern im „Herkules" gelb und grün. Wir kommen auf die Ursache der Färbung der Sterne noch zurück.

Es mag gar seltsame Beleuchtungskontraste auf einem Planeten geben, der zu einer solchen Doppelsonne gehört. Zwei Sonnen hat der Bewohner einer solchen Welt an seinem Himmel, von denen die eine groß, die andere klein erscheint, von denen vielleicht die eine rot, die andere grün ist. Geht die rote Sonne auf, so liegt die Welt in einem magischen Glanze; alles beleuchtete ist rot überhaucht und die Schatten nehmen nach der bekannten optischen Regel die komplementäre Farbe an und werden grünlich. Aber nun neigt sich die rote Sonne dem Untergange zu, und im Osten steigt die grüne Sonne empor. Noch mischen sich die Strahlenarten, hier der Himmel rötlich, dort grünlich, in der Mitte ein seltsames Bleigrau. Doch mehr und mehr verschwindet, ein untersinkender Rubin, die rote Sonne, heller bricht die grüne wie ein ungeheurer Smaragd im Osten hervor, die rote Beleuchtung geht in eine grüne über, alle Schatten nehmen einen roten Ton an. Da mag es eine rote und grüne Dämmerung geben, man mag von den roten und den grünen Stunden sprechen und die Maler und die Modekünstler mögen Farbenkompositionen machen, von denen sich unsere kühnste Phantasie nichts träumen läßt. Kommt nun gar noch eine dritte Sonne hinzu, eine weiße oder gelbe, so mag sich die Welt dort wie in einem Kaleidoskop ausnehmen, ja, je nach den Bahnen, die diese Sonnen am Himmel unseres erträumten Planeten beschreiben, mag es Länder der roten, Länder der grünen und weißen Sonne geben, wo wegen des höheren Standes der betreffenden Sonnen diese oder jene Farbe am wirkungsvollsten ist.

Während uns diese Doppelsterne über die Natur der fernen Sonnen nichts zu sagen vermögen, gibt es eine andere Art von Sternen, die uns vermöge der Eigentümlichkeit, die sie zeigen, tiefe Einblicke in die Zustände und Vorgänge auf den Fixsternen gestatten. Es handelt sich um die sogenannten „Veränderlichen Sterne", d. h. um Sterne, die ihr Licht, ihre Helligkeit verändern. Diese Sterne leuchten bald heller, bald dunkler; bei manchen ist der Lichtwechsel ein durchaus regelmäßiger, bei

anderen läßt sich eine Periode nicht bestimmen, ihr Lichtwechsel scheint ganz gesetzlos zu sein. Gewöhnlich leuchten diese veränderlichen Sterne Monate, Wochen lang in durchaus gleichmäßiger Helligkeit; plötzlich nimmt ihre Leuchtkraft ab, langsam werden sie im Laufe einiger Stunden oder Tage dunkler, erreichen die Minimalhelligkeit, wobei sie zuweilen sogar dem freien Auge ganz unsichtbar werden und steigen dann schnell wieder zu ihrem alten Glanze auf, den sie behalten, bis sich nach Wochen oder Monaten das Spiel wiederholt. Man kennt heute bereits Tausende solcher veränderlichen Sterne, und sie haben uns sehr wichtige Aufschlüsse über die Natur der Sonnen gegeben.

Viele dieser veränderlichen Sterne vollziehen den Lichtwechsel seit Jahrzehnten (vielleicht Jahrhunderten und Jahrtausenden) in außerordentlich regelmäßigen Intervallen, so daß man die Stunde und Minute ihrer größten Helligkeit auf lange Zeit voraus berechnen, ja die Uhr nach ihnen stellen kann. So befindet sich im Sternbilde des Walfisches am südlichen Himmel ein Stern, „Mira" (der Wunderbare) genannt, der schon im 15. Jahrhundert auffiel. Dieses Gestirn leuchtet als heller Stern 1. Größe, wird dann kleiner und kleiner und verlischt endlich nach etwa drei Monaten vollständig, so daß keine Spur von ihm zu entdecken ist. Nach fünf Monaten taucht er wieder als schwacher Punkt auf und strahlt nach wiederum drei Monaten in vollstem Glanz. Bei uns im Norden ist als besonders auffälliges Beispiel dieser Art der Stern „Algol" im Perseus zu nennen. (Abb. 278.) Dieser Stern verändert sein Licht außerordentlich regelmäßig. Zweiundeinhalb Tage lang ist er etwa so hell wie die Sterne, die das bekannte Bild des „großen Bären" bilden; dann aber sinkt er innerhalb vierundeinhalb Stunden zu einem unscheinbaren Sternchen herab, bleibt aber kaum 18 Minuten so klein und steigt wieder zur Anfangshelligkeit empor, so daß seine ganze Periode etwa 2 Tage 21 Stunden dauert.

Wie kommt dieser regelmäßige Lichtwechsel zustande? Wir wissen, daß unsere Sonne zu manchen Zeiten mit riesigen dunklen Flecken bedeckt ist, die nach Ansicht einiger Forscher die ersten Anzeichen des Alters bei unserer schönen Frau Sonne sind, vielleicht Abkühlungsprodukte, die indessen wieder von der Glut aufgelöst werden. Es ist nun durchaus wahrscheinlich, daß es Sonnen geben muß, bei denen sozusagen „Schlackenfelder" bereits große Teile der Kugel bedecken, während an anderen Stellen noch die feurige Glut das Feld behauptet. Bedenken wir nun, daß sich jene fernen Sonnen genau so um ihre Achsen drehen werden wie unsere Sonne, so erkennen wir, daß uns eine halb erloschene Sonne bald die leuchtende, bald die dunklere, mit den Flecken bedeckte Seite zuwenden wird, wodurch wir den Eindruck eines veränderlichen Sternes erhalten. — Sicher wird die eben geschilderte Ursache den Lichtwechsel bei vielen veränderlichen Sternen erklären, deren Periode nicht sehr regelmäßig ist; die Gestirne aber, die seit langer Zeit mit

minutiöseſter Pünktlichkeit heller und dunkler werden, verdanken der genannten Urſache ſicher nicht ihre Veränderlichkeit, denn man kann nicht gut annehmen, daß die Schlackenfelder ſich lange Zeit unverändert an Lage und Ausdehnung halten.

Das genaue Studium des Lichtwechſels vieler Veränderlicher zwingt zu der Annahme, daß es ſich da um Doppelſterne handelt, deren Bahnen ſo zu unſerer Geſichtslinie liegen, daß ſich dieſe Sterne beim Umlauf umeinander gegenſeitig bedecken. Dieſe Sterne müſſen ſo eng beieinander ſtehen, daß kein Fernrohr ſie trennt; ihr Licht fließt für uns zu einem Stern zuſammen. Könnten wir ſie aber trennen, ſo müßten wir im Laufe eines Lichtwechſels den Anblick haben, den die kleine Skizze in Abb. 278a zu vermitteln ſucht. In Stellung I befinden ſich die beiden Sonnen von uns aus geſehen nebeneinander, und das Objekt muß uns dann am hellſten erſcheinen. Bei II decken ſie ſich ſchon teilweiſe; das Licht nimmt ab, und bei III ſteht ein Geſtirn vor dem andern, ſo daß das Minimum der Helligkeit erreicht iſt. Bei IV iſt ſchon wieder teilweiſe Trennung eingetreten und das Licht nimmt zu, und bei V endlich iſt die Maximalhelligkeit wieder erreicht.

Es gibt Veränderliche, bei denen die Verhältniſſe komplizierter liegen, wo drei, ja noch mehr Körper vorhanden ſein müſſen, und in vielen Fällen genügen ſelbſt dieſe Erklärungen nicht. Da und dort mögen Sternſchnuppenringe oder ähnliche Gebilde den ſehr verwickelten Lichtwechſel verurſachen. Aber auch erloſchene Sonnen, die mit noch leuchtenden zuſammen ein Doppelſternſyſtem bilden, kommen vor.

Die außerordentliche Regelmäßigkeit, mit der ſich der Lichtwechſel bei dem ſchon erwähnten Stern Algol vollzieht, brachte die Aſtronomen bald auf den Gedanken, daß jene ferne Algol-Sonne von einer zweiten, dunklen Sonne umkreiſt wird, die die Verdunkelungen hervorbringt. Während dieſe Erklärung der Veränderlichkeit des Algol anfangs nur eine Vermutung war, iſt heutzutage mit Sicherheit nachgewieſen, daß eine dunkle Sonne mit Algol zuſammen ein Doppelſtern-Syſtem bildet; ja, es iſt ſogar gelungen, die Größen und Bahnverhältniſſe beider Körper zu ermitteln.

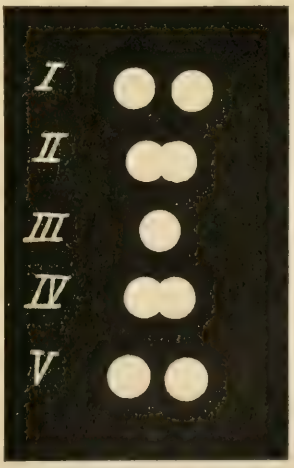


Abb. 278a. Zur Erklärung des Lichtwechſels veränderlicher Sterne

Auf den erſten Blick wird der den Naturwiſſenſchaften Fernerſtehende meinen, daß wir die Exiſtenz ſolcher dunklen Sterne nicht nachweiſen können, denn der Lichtſtrahl iſt ja der einzige Bote, der uns von den Geſchehniſſen im fernen Raum Kunde bringt; ſendet alſo ein Fixſtern kein Licht mehr aus, ſo vermag ihn kein Fernrohr der Welt mehr zu entdecken. Direkt

vermag der Astronom die dunkle Sonne allerdings nicht zu sehen, aber die Wirkungen, die sie auf andere Sterne, leuchtende Sterne, ausübt, beobachtet er und schließt so auf das Vorhandensein eines unsichtbaren dunklen Körpers.

In der Tat, es muß solche dunklen Sterne am Himmel geben, denn genau so, wie wir um uns her alle Altersstufen des Menschen finden, wie wir Kinder, kräftige Männer und dahinsterbende Greise erblicken, so müssen

Abb. 278b. Photographie einer Nebel-Höhle im „Schwan"
Aufgenommen von Prof. Wolf, Sternwarte zu Heidelberg

wir unter den Milliarden Sternen hellstrahlende, sozusagen „jüngere" Sonnen, erblassende, dunkelglühende und endlich erloschene Sonnen finden. Vor Jahrmillionen muß auch — wenn anders die Theorien der modernen Naturwissenschaft richtig sind — unser Erdball eine „Sonne" gewesen sein, ein helleuchtender Stern, der jene große Sonne, die heute das Korn auf unseren Fluren reift, umkreiste, wie in unseren Tagen. Nach und nach strahlte die kleine Erde die Hitze in den Weltenraum hinaus, sie erkaltete; eine Kruste umzog den einst leuchtenden Stern, die Glut war erstorben, die Welt von tausendfachem Leben aber wurde zu gleicher Zeit geboren.

Aber noch heute, und noch Jahrmillionen hindurch, leuchtet der große Sonnenball auf den kleinen Planeten hernieder, dessen Entwicklung er mitangesehen. Freilich erkaltete er nicht so schnell wie jener, denn sein Leib vermag 1¼ Millionen solcher Erdkugeln zu fassen, und die kleine Kugel mußte naturgemäß die Wärme schneller abgeben als der Riesenball der Sonne. Wird aber im großen Kreislauf des Werdens und Vergehens nicht auch für die Sonne einst der Tag kommen, an dem die letzte strahlende Fläche von

dunkler Schlacke überzogen wird? Ohne Zweifel! Wieviele Äonen noch darüber hingehen, ist durchaus nebensächlich für die Wissenschaft, wenn auch nicht für die Bewohner unseres und die Bewohner anderer Planeten des Sonnenreiches.

Ist aber unsere Sonne nicht nur einer jener Milliarden Fixsterne, die wir mit den modernen Riesenfernrohren in den Tiefen des Universums funkeln sehen? Müßte man nicht logischerweise annehmen, daß sich im Weltall viele

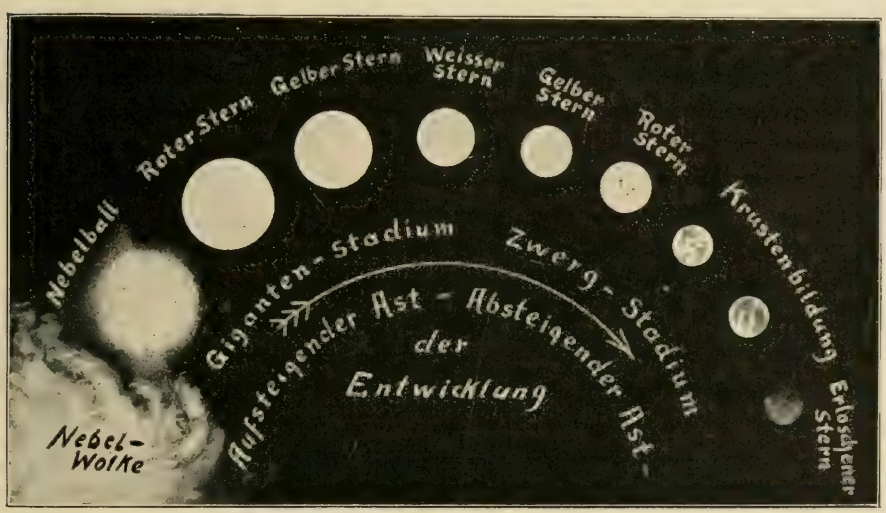


Abb. 278c. Schematische Darstellung des Entwicklungsganges eines Sternes

bereits erloschene Sonnen, „dunkle Sonnen" befinden, wenn unsere Betrachtungen richtig sind?

Hat nun die moderne Astronomie wirklich solche Sonnen nachzuweisen vermocht und damit die Vermutung zur Gewißheit erhoben oder ist dieser Nachweis, der in gewisser Hinsicht die Sonnen den Eintagsfliegen verwandt macht, nicht erbracht worden?!

Sehen können wir, wie gesagt, dunkle Sterne nicht, aber sie machen sich durch die Anziehungskraft, die sie auf andere, in ihrer Nähe befindliche Sterne ausüben, bemerkbar. Wir sahen vorhin, daß es viele Doppelsterne im Raum gibt, und daß diese Doppelsonnen um den zwischen ihnen liegenden gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Deutlich können wir die Bewegungen, die sie in diesen ihren Bahnen vollführen, mit den feinen Meßinstrumenten feststellen. Häufig kann man nun solche Bewegungen bei einem Stern konstatieren, der ganz allein steht, gar keinen Begleiter im Fernrohr zeigt. Und dennoch muß ein solcher Begleitstern vorhanden sein, die Anziehung, die er auf die sichtbare Sonne ausübt, verrät ihn. Hier haben wir es also mit einem Doppelstern zu

tun, bei dem die eine Sonne noch leuchtet, während die andere bereits erloschen ist. So wird uns die dunkle Sonne indirekt sichtbar. Bei manchen veränderlichen Sternen bemerken wir, daß ein dunkler Körper sich auf kurze Zeit vor den hellen schiebt und uns sein Licht verdunkelt; auch hier verrät sich die Anwesenheit eines dunklen Gestirns ohne allen Zweifel.

Die Astrophysiker Vogel und Scheiner in Potsdam haben mit Hilfe des Spektralapparates nach der Doplerschen Methode 1889 feststellen können, daß sich der Stern Algol bald nähert, bald entfernt, und haben so nachgewiesen, daß in der Tat ein großer dunkler Himmelskörper in seiner nächsten Nähe steht, der ihn zu dieser Bewegung zwingt. Man fand, daß beide Körper 5 180 000 Kilometer voneinander entfernt sind, daß der dunkle Begleiter des Algol unserer Sonne an Größe etwa gleichkommt, nämlich 1 330 000 Kilometer Durchmesser hat und daß sich der dunkle Körper mit einer Geschwindigkeit von 89 Kilometern in der Sekunde um den Schwerpunkt des Systems bewegt.

Man sagt oft, daß unser Wissen Stückwerk ist, und niemand wird die Richtigkeit dieses Satzes bestreiten, immerhin aber muß man staunen, wie es der Wissenschaft unter Umständen gelingt, auf Grund sinnreicher Methoden und mit Hilfe verwickelter Apparate selbst da noch etwas zu entdecken, wo jeder Versuch, die Rätsel zu lösen, nutzlos scheint.

Algol ist nicht der einzige Stern, der mit einem dunklen Begleiter vereint den Raum durchwandert, und wenn auch die Anzahl der Sterne, bei denen die Astronomie einen dunklen Begleiter nachzuweisen vermocht hat, nur gering ist, so ist das Vorhandensein solcher Körper doch unzweifelhaft festgestellt. Außerdem darf man nicht vergessen, daß sich das Vorhandensein eines dunklen Begleitsternes nur bei den uns verhältnismäßig nahe stehenden Sternen nachweisen läßt, wo die Bahn, die beide Körper um den Schwerpunkt ihres Systems beschreiben, noch einigermaßen groß erscheint. Bei einigen Sternen mit dunklen Begleitern kann man die Bewegungen in ihren Bahnen gut wahrnehmen. Es ist bekannt, daß der Ort der Fixsterne am Himmelsgewölbe mit Hilfe der feinen Meßwerkzeuge des Astronomen bis auf Tausendstel einer Vollmondsbreite genau festgestellt ist. Fortgesetzte Beobachtungen haben nun ergeben, daß einige Sterne, z. B. der Sirius im „Großen Hund", und Procyon im „Kleinen Hund", um ganz winzige Beträge um ihren Ort am Himmel hin und her pendeln. Diese Bewegungen lassen sich nur erklären, wenn man annimmt, daß ein jeder dieser Sterne von einem andern Stern begleitet ist. Peters in Königsberg berechnete seinerzeit die Bahnverhältnisse des Sirius und seines unsichtbaren Begleiters und fand, daß sich Sirius in rund 50 Jahren um den Schwerpunkt des Systems drehe. In der Tat ist es später doch gelungen, den Begleiter des Sirius in einem sehr großen Fernrohr als außerordentlich schwaches Sternchen zu sehen. Der Stern ist also noch nicht

vollkommen erloschen, aber seine Auffindung ist ein schöner Beweis für die Richtigkeit der Theorie. Moderne Beobachtungs- und Rechnungsverfahren haben vielfach die Größen der Dunkelsterne erkennen lassen.

Offenbar aber muß es auch einzelne dunkle Sonnen geben, die sich uns nicht durch die Gegenwart eines hellen Begleiters, den sie beeinflussen, verraten können und uns daher ewig verborgen bleiben. Und doch! Es ist nicht ausgeschlossen, daß uns auch das Dasein dieser erstorbenen Welten, die als ein totes Wrack im unendlichen Meer des Raumes treiben, durch sehr selten auftretende Ereignisse bekannt wird. — Obwohl im großen Sonnenstaat alles merkwürdig geordnet zugeht und in dem Gewimmel von Sternen nur sehr selten eine Karambolage stattfindet, wird ein solches im wahren Sinne des Wortes „welterschütterndes" Ereignis doch hin und wieder vorkommen. Trifft nun eine schon erloschene Sonne mit einem anderen Gestirn zusammen, so werden augenblicklich beide Körper wieder sichtbar werden. Wie das kalte Eisen unter den Schlägen der Hämmer heiß wird, so werden die beiden Weltenkörper, die mit der tausendfachen Geschwindigkeit eines Blitzzuges aufeinander zufliegen, bei dem furchtbaren Zusammenprall in helle Glut verwandelt, und die ehedem dunkle Sonne leuchtet plötzlich wieder auf.

Der Lichtstrahl, der die Unendlichkeit durchfliegt, hat uns in der Tat derartige Vorkommnisse gemeldet. Im Jahre 1572, am 11. November, als einer der bedeutendsten Astronomen dieser Zeit, Tycho Brahe, über den Hof seines Observatoriums schritt, bemerkte er hoch am Himmel einen Stern von ganz außerordentlichem Glanz, der nie zuvor dort gestanden. (Abb. 279.) Selbst bei Tage war dieser plötzlich auftretende Stern sichtbar: er stand unbeweglich, wie alle anderen Gestirne und erlosch nach 17 Monaten im März 1574. Seitdem hat man keine Spur mehr von ihm entdecken können. Dieser Fall steht durchaus nicht vereinzelt da. Besonders in neuerer Zeit hat man öfter eine „Nova" — wie man die neuen Sterne nennt — beobachtet. In alten Chroniken wird vielfach über das plötzliche Aufflammen heller Sterne berichtet. So veranlaßte ein 123 n. Chr. erschienener Stern, der im Sternbilde des „Skorpion" auftauchte, den griechischen Astronomen Hipparch zur Anfertigung eines Sternkatalogs, mit dessen Hilfe er solche Ereignisse besser zu kontrollieren gedachte. Am 10. Dezember des Jahres 172 erschien, nach chinesischen Annalen, nahe dem Stern „Alpha Centauri" ein helleuchtender Fixstern, der acht Monate sichtbar war und, wie der Berichterstatter sich ausdrückt, in fünf Farben funkelte. Eine griechische Quelle erwähnt einen Stern vom Jahre 389, der dicht bei Atair im „Adler" stand, der Venus an Glanz gleichkam, und nach drei Wochen verblaßte. Die arabischen Astronomen Haly und Giafar ben Mohammed beobachteten 827 in Babylon einen neuen Stern im „Skorpion", der die Helligkeit des

Mondes im ersten Viertel gehabt haben soll. Dann erfahren wir von einem neuen Stern aus dem Jahre 1006, der im Mai im „Widder" sichtbar wurde, von ungeheurer Größe war und wie eine Flamme geflackert hat. Auch in den Jahren 1012, 1203, 1230, 1260 erschienen neue Sterne, und 1572 kam dann die schon erwähnte „Tychonische Nova" in der „Kassiopeia", deren Ort auf der Abbildung dieses Sternbildes, Seite 363, eingezeichnet worden ist. Am 10. Oktober 1604 entdeckte ein Schüler Keplers im Sternbilde des „Schlangenträgers" einen neuen Stern, „heller als Jupiter, aber nicht so hell wie die Venus". Über dieses Gestirn hat Kepler eine Broschüre geschrieben. Es funkelte außerordentlich stark und wechselte seine Farbe. Langsam nahm der Stern an Helligkeit ab und verschwand im Frühjahr 1605 vollkommen. 1848 erschien im „Schlangenträger" eine Nova, die Hind in London entdeckte. Dieses Gestirn verblaßte sehr langsam, und heute ist es als ein außerordentlich winziges Lichtpünktchen in großen Instrumenten zu beobachten. In der Nacht vom 12. zum 13. Mai 1866 entdeckte Birmingham zu Tuam in Irland in der „Nördlichen Krone" einen Stern 2. Größe. Zwei Stunden vor der Entdeckung des Gestirns durch den irischen Astronomen hatte der Mondforscher Schmidt in Athen die Gegend zufällig genau studiert und noch keine Spur von dem Gestirn wahrgenommen. Später zeigte es sich, daß Argelander Ende der 50er Jahre die Nova schon als winziges Sternlein 10. Größe in seine Sternkarte eingetragen hatte. Noch heute ist dieser Stern in der Krone als unscheinbares Objekt sichtbar. Sehr genaue Untersuchungen sind dann an den 1876 im „Schwan", 1885 in der „Andromeda", und 1891 im Sternbilde des „Fuhrmannes" aufgetauchten Sternen angestellt worden. Nicht nur die Lichtschwankungen und die Abnahme der Helligkeit wurden genau beobachtet, sondern vor allen Dingen auch mit dem Spektralapparat das Licht der Sterne eingehend studiert, um über die Verhältnisse, die das Aufleuchten verursachen, Klarheit zu schaffen. Diese letztgenannte Nova, deren Ort auf Abb. 280 angegeben ist, wurde von dem Prediger Anderson in Edinburg entdeckt, und zwar am 23. Januar 1892. Nachforschungen amerikanischer Astronomen zeigten aber, daß dieses Gestirn bereits früher auf photographischen Aufnahmen jener Himmelsgegend sichtbar war. Der Stern war im Gegensatz zu anderen neuen Sternen langsam heller geworden, nicht plötzlich zu höchstem Glanze aufgeflammt. Von größter Wichtigkeit und hohem Interesse aber war das spätere Verhalten des neuen Sternes. Nachdem er verblaßt war, erschien an dem von ihm eingenommenen Ort ein runder, leuchtender Nebel, der sich, in der Mitte hell, schwächer werdend im Raum verlor. Dieser Nebel war monatelang sichtbar und gestattete also eingehende Untersuchungen in Ruhe zu unternehmen. Man hatte früher fast allgemein auf dem Standpunkt gestanden, daß das Aufleuchten der neuen Sterne hervorgerufen werde durch das Zusammentreffen zweier dunkler,

erloschener Sterne, die durch den ungeheuren Anprall aufs neue in helle Glut gesetzt worden seien. Mehrfach war auch die Meinung ausgesprochen worden, daß aus dem Innern einer Sonne, die vielleicht schon mit einer dunklen Schlackenkruste überzogen ist, durch starke Annäherung an ein anderes Sonnensystem, infolge der starken Anziehung jener zweiten Sonne, die glühenden Massen wieder hervorbrechen und die schon erloschene Sonne auf kurze Zeit mit neuer Glut überziehen könnten. — Aber die seltsamen Beobachtungen am leuchtenden Nebel des neuen Sternes im Fuhrmann zwangen zu einer anderen Erklärung. Genau die gleichen Erscheinungen zeigte auch der wohl vielen Lesern noch erinnerliche neue Stern, der erst vor wenigen Jahren auftauchte, die so berühmt gewordene „Nova Persei" vom Jahre 1901. Auch dieser Stern wurde von dem schon vorhin erwähnten Amateur-Astronomen Anderson aufgefunden, und zwar am 21. Februar. Es zeigte sich später, daß diese Himmelsgegend tags zuvor photographiert worden war, und daß keine Spur von dem Gestirn auf diesen Platten entdeckt werden konnte. Der Stern war also ganz plötzlich aufgeflammt. Er hatte anfangs ungefähr die Helligkeit eines Sternes 3. Größe, nahm jedoch in den nächsten Tagen noch an Leuchtkraft zu und erreichte die Helligkeit der Sterne 1. Größe. Vom 23. Februar an nahm die Helligkeit des neuen Gestirns wieder ab, doch ist es zurzeit noch in kräftigen Fernrohren als winziges Sternlein 12. Größe sichtbar.

Abb. 279. Tycho Brahe beobachtet den neuen Stern in der Kassiopeia im November 1572
Aus Flammarion „Astronomie populaire"

Das Merkwürdigste aber war, daß sich nach einiger Zeit um den Stern mächtige Nebelmassen zeigten, die in ungeheuer schneller Bewegung begriffen schienen. Mit dem Spektroskop hatte man schon vorher nachweisen können, daß an jener Stelle des Weltenraumes, an der der neue Stern aufleuchtete, zwei verschiedene Körper vorhanden seien; der eine zeigte das Spektrum eines Sternes, umgeben von einer Atmosphäre, in der hauptsächlich Kalziumdampf enthalten war, das Spektrum des anderen Körpers war das einer glühenden Gasmasse. Nach dem schon mehrfach in diesem Buche erklärten Doplerschen Verfahren maß man die Geschwindigkeit, mit der sich die Gestirne bewegten, und fand, daß sich die Sonne mit einer Geschwindigkeit von 18 Kilometern in der Sekunde von uns entfernte, während die Gasmasse sich mit der ganz unvorstellbaren, bisher noch nie beobachteten Geschwindigkeit von über 700 Kilometern in der Sekunde auf uns zu bewegte. Diese Nebelmassen um den neuen Stern und ihre Veränderungen und Bewegungen zeigen unsere beiden Abbildungen 281 und 282. Die Nebel schienen sich in Spiralen um die wieder erlöschende Sonne zu legen und sich um sie herumzudrehen, wie es Abb. 283 wahrscheinlich macht, die die Nebel um den Stern nach einer Zeichnung wiedergibt, die Professor Ritchey auf der Yerkes-Sternwarte anfertigte.

Die leuchtenden Nebelmassen von großer Ausdehnung, die sich um die neuen Sterne im Fuhrmann und im Perseus gezeigt hatten, eröffneten ganz neue Perspektiven! Der Astrophysiker Professor Seeliger in München scheint die richtige Erklärung für die merkwürdigen Vorgänge gefunden zu haben. Nach seiner Ansicht handelt es sich hier nicht um den Zusammenstoß zweier Sonnen, sondern um das Eindringen einer wahrscheinlich schon erloschenen Sonne resp. eines ganzen Sonnensystems in eine jener ungeheuren Wolken kosmischer Nebel und kosmischen Staubes, die

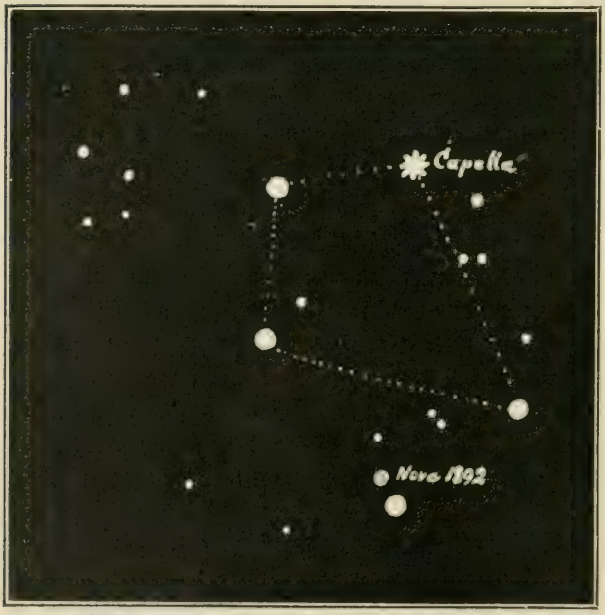


Abb. 280. Sternbild des Fuhrmanns

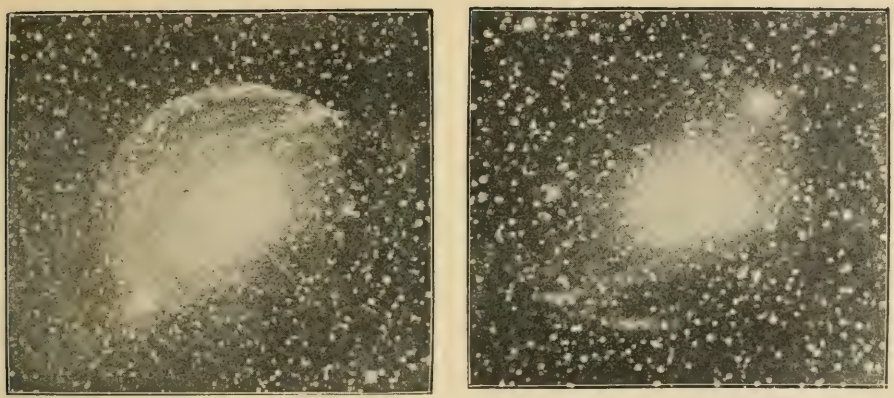


Abb. 281 u. 282. Die Nebel um den neuen Stern im Perseus
Nach Photographien von G. W. Ritchey 1901, November.

wir mit Hilfe unserer Riesenfernrohre und auf den photographischen Himmelsaufnahmen überall im Weltenraum schweben sehen. Wie ein Schütze ein großes Ziel leichter und öfter treffen wird als ein kleines, so wird eine Sonne bei ihrer Wanderung durch den Weltenraum auch viel eher mit einer solchen Nebelmasse, die den Raum von Hunderttausenden von Sonnensystemen einnimmt, als mit einem Stern zusammenstoßen können. Die außerordentlich feine und bewegliche Materie des Nebels wird mit ungeheurer Geschwindigkeit auf den eindringenden Stern zustürzen, und infolge der schnellen Bewegung der einzelnen Teilchen und der Verdichtung der Masse erglühen.

Abbildung 278 b zeigt uns eine sehr interessante Photographie, die Prof. Wolf auf der Heidelberger Sternwarte herstellte. Wir sehen hier eine Stelle aus dem Bereich der Milchstraße im Sternbilde des Schwanes. Es macht den Eindruck, als ob hier vor den Sternen oder zwischen ihnen ausgedehnte kosmische Wolken vorhanden sind. Wir bemerken da eine lange dunkle Höhle, und am Ende der Höhle einen großen Körper. Es scheint, als sei dieser Körper von außen in diese kosmische Wolke eingedrungen, als bezeichne der dunkle Kanal den Weg, den das Gestirn genommen hat. Auf seinem Wege hat es die ihm entgegenstehende Materie mit sich gerissen, und es ist so der dunkle Kanal entstanden. — Hier liegen vielleicht Verhältnisse und Bedingungen vor, wie sie zum Aufflammen neuer Sterne vorausgesetzt werden müssen. Svante Arrhenius, der bekannte schwedische Astrophysiker, hat einmal darauf hingewiesen, daß solche kosmischen Gas- und Staubwolken wie Spinngewebe wirken müssen. Sie setzen kleineren Weltkörpern, Meteormassen, Kometen, kleinen Sternen, die in sie hineingeraten, einen hohen Widerstand entgegen, so daß sich deren Bewegung verlangsamt, wohl endlich zum Stillstand kommt. Auf diese Weise muß sich

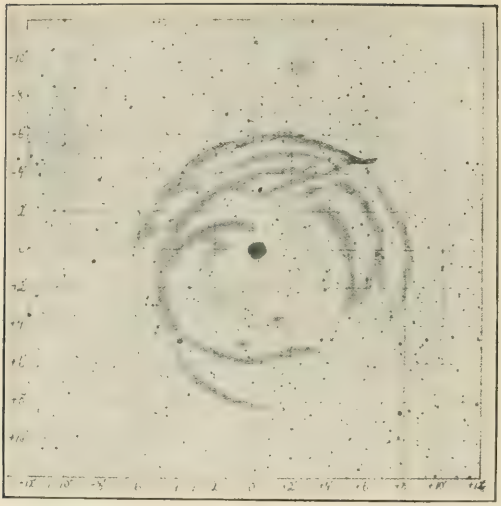


Abb. 283. Nebel um den neuen Stern im Perseus
Nach einer Zeichnung von G. W. Ritchey vom 20. September 1901

eine solche Wolke endlich stark mit kleineren Weltkörpern füllen, und eine erloschene Sonne, die hier eindringt, wird mit diesen Körpern zusammenstoßen. Die Rinde des Sternes kann zerbersten, sie kann durch die Reibung wieder glühend werden, und die glühenden Gasmassen im Innern des Sternes können wieder herausbrechen. In Verbindung mit den erglühenden Massen der kosmischen Wolke selbst, kann so die Erscheinung einer „Nova" zustandekommen. —

Vielleicht gehen bei diesen urgewaltigen, katastrophenhaften Ereignissen ganze Planetensysteme zugrunde, vielleicht verbirgt sich in dem Aufflackern, in den winzigen Lichtschwankungen, die das uns „interessante Sternlein" zeigt, ein grauenhafter Vorgang, das Aufflammen von Erden gleich der unserigen. Aber trösten wir uns mit dem Gedanken, daß das Ereignis selbst, wenn wir es wahrnehmen, lange, lange Zeiträume zurückliegt. Die Nova Persei vom Jahre 1901 ist ein uns noch verhältnismäßig nahe stehender Stern. Nach Untersuchungen von Bergstrand ist sie etwa 130 Lichtjahre entfernt. In Wahrheit leuchtete der Stern also nicht 1901, sondern um 1770 auf. Bei manchen dieser Sterne mag unser Bedauern um ein volles Jahrtausend zu spät kommen, denn der Lichtbote hatte diese Zeit zu fahren, um aus jenen fernen Räumen die Zeitung hier zu melden. Aber rastlos eilt der Zeiten Zeiger weiter und nach wenigen Monden zeigt uns kein Schimmer mehr den Ort einer gewaltigen Weltkatastrophe.

Vielleicht sind die Meteorsteine, die gelegentlich zur Erde niederfallen, die Reste und Trümmer solcher grausigen Welt-Karambolagen, die nach Jahrmillionen langer Wanderung durch die Sternenräume hier in die Nähe der Erde gelangen und als flinke Sternschnuppen oder Meteore den Luftkreis unseres Planeten durcheilen. Was könnten diese Trümmer einer Welt alles erzählen!

Indessen, was will im unendlichen Universum, wo der Maßstab alles Geschehens unermeßlich groß ist, ein Weltzusammenstoß bedeuten? Weiter wandern die Myriaden Sterne unbekannten Zielen entgegen, und niemand

vermag zu sagen, ob nicht auch unsere Sonne, die gleichfalls mit Sturmeseile den Raum durchfliegt, einer ähnlichen Katastrophe entgegeneilt wie die, von der uns jene aufflammenden Sonnen erzählen.

Es ist naturgemäß bei diesen Katastrophen, die in ungeheuren Fernen stattfinden, noch mancherlei unklar, immerhin scheint es, als ob das Aufleuchten des Sternes selbst nur von kurzer Dauer ist. Die „Nova Persei" zeigte anfangs rein weißes Licht, das später in gelbes und schließlich, in dem Maße, in dem die Leuchtkraft des Gestirns wieder abnahm, in rotes Licht überging. Wir haben hier einen Lichtwechsel vor uns, wie ihn eine Kohle oder ein Eisenstück zeigt, das der Schmied bearbeitet, Körper, die langsam in starke Glut versetzt werden, und die mählich erkalten und erblassen, wenn sie aus dem Feuer entfernt werden. —

Diese Erscheinungen führen uns nun zu einem sehr wichtigen Thema, nämlich zu dem, das von der physikalischen Beschaffenheit der Sterne, den Bedingungen ihres Leuchtens, und von ihrer Entwicklung handelt. In dem Kapitel, das unserer eigenen Sonne gewidmet ist, jenem Fixstern, der uns nahe steht, haben wir ja schon mancherlei über die Beschaffenheit dieser riesigen Bälle glühender Gase erfahren, aber erst die Betrachtung der Unterschiede, die sich im großen Sternenheer zeigen, kann uns zu weiterführenden Schlüssen bringen.

Wer des Abends den Himmel aufmerksam betrachtet, wird finden, daß

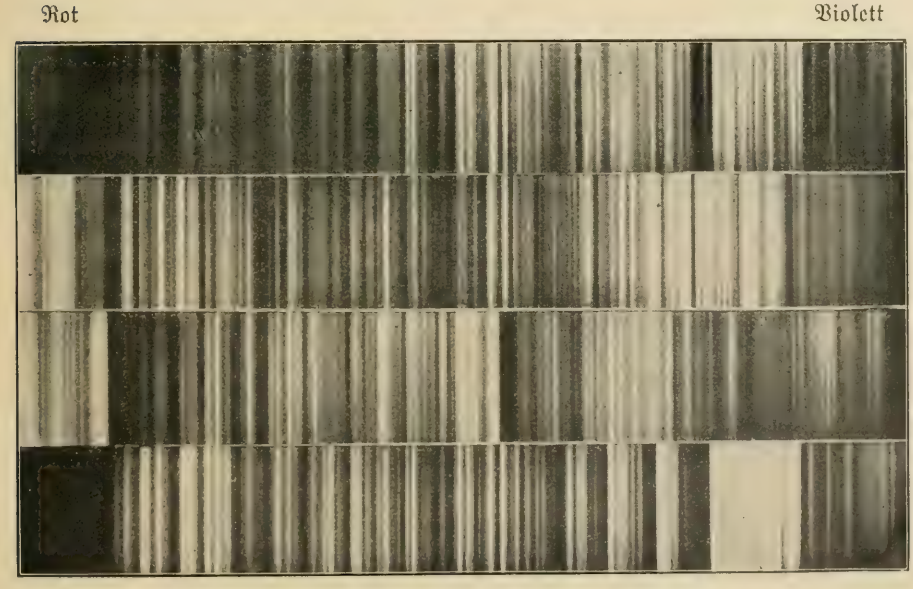


Abb. 284. Spektra verschiedener Fixsterne
Zweites von unten Spektrum der Sonne

die Fixsterne durchaus nicht alle die gleiche Farbe haben. Wohl erscheinen uns die meisten von ihnen in weißem oder bläulich-weißem Licht, doch sehen wir auch gelbe und rote Sterne, diese freilich in nur seltenen Exemplaren. So erscheinen die großen Sterne Beteigeuze im Orion und Antares im Skorpion deutlich rot. Capella im Fuhrmann hat gelbes Licht, Wega und Sirius sind blauweiße Sonnen. Bei den Doppelsternen haben wir ja schon auf diese Farbenunterschiede hingewiesen, hier freilich kommen noch andere Bedingungen in Betracht. Die Färbungen der Doppelsterne sind nicht immer „echt"! Unser Auge hat die Eigentümlichkeit, uns eine rein weiße Fläche oder Flamme grünlich darzustellen, wenn sich neben ihr ein intensiv rot gefärbter Körper oder eine rote Flamme befindet, und ebenso erscheint eine rein weiße Flamme neben einer stark gelben leicht violett gefärbt. Es handelt sich da um sogenannte „Komplementärfarben". Diese Doppelsternfärbungen sind also häufig nur Täuschungen des Auges. Anders bei den allein stehenden Sternen. Sie zeigen wirklich echte Färbungen, allerdings gibt es deren nur vier: Rein weiß, bläulich weiß, gelb und rot.

Wir wissen nun heute, daß diese Farbe der Sterne mit der verschiedenen Beschaffenheit der Sonnen zusammenhängt. Mit einer gewissen Einschränkung kann man sagen, daß uns die Farbe des Sternes etwas über die Entwicklungsstufe aussagt, in der er sich befindet, etwas über sein Alter.

Alle Fixsterne sind mächtige Bälle glühender Gase und das Spektrum zeigt, daß sie im großen und ganzen aus denselben Stoffen bestehen wie unsere eigene Sonne, die wieder aus den gleichen Elementen aufgebaut wird, die auch den Erdball zusammensetzen. — Nur die Temperatur der Sterne ist sehr verschieden.

Man hat nun neuerdings sehr sorgfältige physikalische Untersuchungen angestellt über die Bedingungen, die in einem solchen Gasball herrschen müssen. Je nach der Größe einer solchen Gaskugel und je nach der Dichte der Gasmassen, müssen Druck und Temperatur in dem Ball verschieden sein, und davon ist die Helligkeit und Farbe des Sternes abhängig. Auch dem, der die physikalischen Gesetze nur oberflächlich kennt, ist es klar, daß ein Gasball um so heißer sein muß, je dichter die Gasmassen sind, denn mit der Dichte wächst der Druck im Innern des Körpers, mit dem Druck die Temperatur. Aber es spielen da, wie wir heute wissen, noch andere Gesetze mit hinein. Es ist nicht so, wie man nach dem bisher Gesagten vermuten sollte, daß ein Stern nun um so heller leuchten muß, je dichter seine Gasmassen sind, sondern das hängt vor allem ab von der Masse des Sternes, also von der Menge des Stoffes, der ihn zusammensetzt. Wohl wird ein Gestirn um so heißer sein, je mehr sich die Gasmassen verdichten, aber dennoch braucht die Hellig-

keit des Sternes nicht zu steigen, weil nämlich mit dieser Verdichtung seiner Massen auch zugleich eine Verkleinerung seiner Kugel verbunden ist. Die Oberfläche des strahlenden Körpers wird kleiner, und damit sinkt die Helligkeit um so viel, wie sie infolge der Erhöhung der Temperatur steigen muß.

Für einen alternden, einen erkaltenden Stern freilich gelten diese Gesetzmäßigkeiten nicht mehr, denn hier schrumpft sowohl die Gaskugel mehr und mehr zusammen, wie auch gleichzeitig die Oberfläche immer kälter und lichtarmer wird. —

Wir sehen schon aus diesen, die sehr komplizierten Probleme ja nur ganz oberflächlich fassenden Bemerkungen, daß ein solcher mächtiger Gasball einen Entwicklungsgang durchmacht. Dichte und Temperatur ändern sich, und damit Helligkeit und Farbe des Sternes. Aber noch anderes kommt hinzu! Die verschiedenen Stoffe, aus denen der Stern besteht (Wasserstoff, Helium, Kalzium, Eisen usw.), verhalten sich bei verschiedenen Temperaturen verschieden, und so muß sich bei einem kälter werdenden Stern vor allem in den uns erkennbaren Schichten der Oberfläche vieles umwandeln. All diese Erscheinungen nun machen sich im Spektrum der Sterne bemerkbar. Das Studium des Sternspektrums verrät uns Alter und Entwicklungszustand der fernen Sonnen. —

Nach allem was wir heute wissen, geht nun der Entwicklungsgang eines Fixsternes etwa folgendermaßen vor sich: Aus mächtigen Gaswolken, die im Weltall schweben (die sogenannten „Nebel", auf die wir in einem späteren Kapitel noch eingehen), scheinen sich zunächst einmal riesenhafte, ganz lockere, wenig dichte Gasbälle zu bilden, die sozusagen den Embryonalzustand einer Sonne darstellen. Noch ist der Körper nicht heiß. Langsam streben die Gasmoleküle, dem Gesetz der Anziehung folgend, dem Mittelpunkt des Balles zu; es wächst die Dichte des Körpers, damit der Druck, und endlich fängt der Körper, dessen Temperatur durch diese Umwandlung immer höher steigt, an, in tiefer Rotglut aufzuleuchten. Die Geburtsstunde einer Sonne hat begonnen.

Wir haben einen Stern im „Säuglingsstadium" vor uns, um an menschliche Lebensstufen zu erinnern! Der Ball ist riesenhaft groß, die Temperatur aber noch niedrig. Sie liegt bei etwa 3000 Grad. Sterne dieser Art nennt der Astronom „Giganten". Sie leuchten in rotem Licht. Beteigeuze im Orion, der unsere Sonne rund 300 mal an Durchmesser übertrifft, ist ein solcher roter Riesenstern geringer Dichte und Temperatur.

Im Laufe der Jahrmillionen schreitet die Verdichtung fort, es wächst die Temperatur, und aus dem roten Riesen wird der gelbe Riese, der freilich, infolge der Zusammenziehung der Gasmassen, nicht mehr ganz so groß ist. Die Temperatur ist auf rund 6000 Grad gestiegen; wir haben einen Jüngling unter den Sternen vor uns. Kapella im Fuhrmann ist ein solcher Stern.

Dieser ganze Entwicklungsgang führt endlich zur Bildung des sehr heißen, bläulich-weißen Sternes, der 12—15 000 Grad Hitze erreichen kann. Hier hätten wir den Höhepunkt in der Sonnenentwicklung; wir haben — um in unserem Bilde zu bleiben — eine Sonne im kräftigsten Mannesalter vor uns. Sirius, die Wega und andere blauweiße Sterne gehören in diese Reihe.

Nun aber kommt der absteigende Ast der Lebenslinie des Gestirns. „Nach ewigen, ehernen, großen Gesetzen", sagt einmal Goethe, „müssen wir alle unseres Daseins Kreise vollenden!" Gänseblümchen und Eichbaum, Eintagsfliege und Mensch haben das Auf und Ab in der Lebenslinie, und auch die Sterne gehorchen dem großen Gesetz! Jahrmillionen strahlen die Sterne ihre Wärme in den Raum hinaus, ersetzen sie wieder durch Verdichtung der Massen und Umwandlung der Elemente, aber endlich fangen sie an zu erkalten. Immer dichter sind sie geworden, immer mehr hat sich ihre Oberfläche verkleinert, sie sind zu „Zwergsternen" geworden, wie der Astronom sich ausdrückt. Die Temperatur ist wieder heruntergesunken bis rund 6000 Grad; wir haben den gelben Zwergstern vor uns. Der Polarstern ist ein solcher gelber Zwergstern; auch unsere Sonne gehört in diese Kategorie der alternden Sterne.

Mit fortschreitender Temperaturerniedrigung kommt der Stern in das Greisenalter, wird er zum „roten Zwergstern", wie sie uns da und dort entgegentreten. Die Temperatur ist auf 3000 Grad gesunken. — Schließlich werden nun auf der Oberfläche eines solchen Gestirns die Stoffe zum Teil in den glühendflüssigen Zustand übergehen, endlich da und dort in den glühendfesten. Es werden sich Schlackenfelder auf der Oberfläche bilden und das Licht veränderlich machen, bis dann die feste Kruste die ganze vordem strahlende Sonne umschließt und ein Dunkelstern entstanden ist! —

Wir haben hier den Lebensgang eines „Normalsterns", wenn man so sagen darf, geschildert. In Abb. 278 c ist der Weg schematisch übersichtlich dargestellt. Nur große Bälle von gewaltiger Masse können alle hier geschilderten Phasen durchlaufen, kleinere Sterne, wie auch unsere Sonne, haben nicht Masse genug besessen, um die hohen Temperaturen zu erreichen, blauweiße Sonnen zu werden. Unsere Sonne war nie ein weißer Stern wie die Wega. Alle blauweiß leuchtenden Sterne müssen erheblich mehr Masse haben als unsere Sonne. In der Tat haben ja auch die neuerdings angestellten Messungen von Fixsterndurchmessern ergeben, daß unsere Sonne, der gegenüber die Erde so winzig ist, wiederum neben anderen Sonnen als Zwerg erscheint. Wir geben hier in einer kleinen Tabelle die Durchmesser verschiedener Sterne gegenüber dem Sonnendurchmesser an. Gleichzeitig ist die absolute Helligkeit des Sternes gegenüber unserer Sonne verzeichnet:

Name des Sternes	Durchmesser	Absolute Helligkeit
Sonne	1	1
Sirius	1	30
Wega in der Leier	4	100
Kapella im Fuhrmann	8	70
Polarstern	10	60
Arktur im Bärenhüter	45	40
Stern Zeta im Herkules	150	190

Wir sehen, daß die blauweiße Wega zwar einen nur viermal größeren Durchmesser hat als die Sonne, sie aber hundertmal an Helligkeit übertrifft. Der Stern muß also eine weitaus größere Masse haben als die Sonne, und die Dichte der Gasmassen in beiden Sonnen muß sehr verschieden sein. — Hier sei noch bemerkt, daß es auch wesentlich kleinere Sonnen gibt als die unsere.

Die verschiedene Färbung, Temperatur, Dichte macht sich, wie schon gesagt, im Spektralbild der Sterne bemerkbar. Der Astronom unterscheidet eine ganze Anzahl sehr verschiedener „Spektral-Klassen". In Abb. 284 sehen wir Spektra von vier verschiedenen Sternen und erkennen mancherlei Unterschiede. Bei den jugendlichen, heißen Sternen machen sich ausgedehnte Wasserstoff- und Helium-Atmosphären bemerkbar, bei älteren treten vor allem die Linien der Metalldämpfe hervor, und bei Sternen im Greisenzustand werden die Spektrallinien deutlich, die dem Kohlenstoff und gewissen chemischen Verbindungen angehören. Selbstverständlich sind alle diese Forschungen heute ein intensiv bearbeitetes Spezialgebiet der Astrophysik. — —

So sahen wir, durch das unermeßliche Heer der Fixsterne schreitend, wie auch sie, die scheinbar ewig, scheinbar unbeweglich verankert sind in des Raumes Tiefen, dem Wechsel, dem ewigen Auf und Nieder alles Gewordenen, unterworfen sind, daß auch sie verdorren und verwehen wie die Blumen auf dem Felde. Mit rasender Eile durchschwirren sie die unermeßlichen Räume, wirbeln durcheinander, wie die Staubteilchen, die der Wind vor sich herjagt, tauchen auf und unter, sprühen und verglühen, wie der Funke, den der Schmied in wuchtigem Schlage vom Amboß treibt. Den Ästheten mag ein gewisses Bedauern fassen, daß der Mensch in seinem Drange nach Erkenntnis selbst dieses scheinbar Ewige zerstörte, daß auch der Himmel nicht der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht ist. Schiller empfand das wohl, als er den Ausspruch tat:

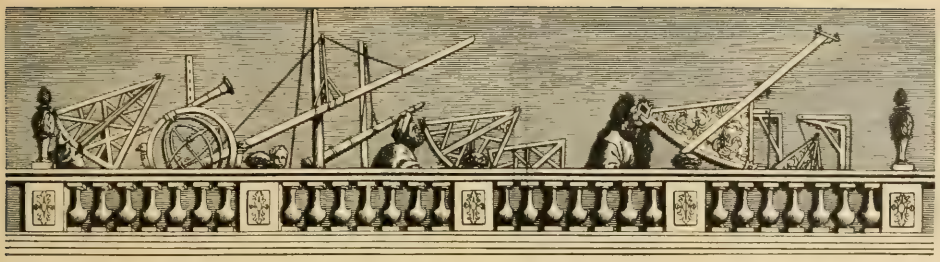
„So unermeßlich ist, so unendlich erhaben der Himmel!
Aber der Kleinigkeitsgeist zog auch den Himmel herab."

Aber die Wissenschaft kann vor diesen Erwägungen nicht Halt machen, sie ist der Minierer, der bis in die letzten Gänge dieses unergründlichen

Labyrinthes vorzudringen sucht und dennoch schließlich erkennen muß, immer wieder am Anfang neuer Fragen zu stehen. So viel an Einzelheiten auch die Forschung zusammenträgt, den letzten Urgrund der Dinge, den Zweck dieses scheinbar zwecklosen Werdens und Vergehens ganzer Schwärme von Sonnensystemen, vermag auch sie nicht zu erkennen, und selbst die tiefste Forschung steht ratlos vor der unüberschreitbaren Grenze, die auch des Dichters instinktives Fühlen erreicht:

„Mächtiger als des Tages Rauschen wirkst du, Nacht, in deiner Stille,
Alle meine Pulse lauschen, ob mir nicht ein hoher Wille
Ein Geheimnis dieser Erde, nicht ein Rätsel vom Entstehen
Und vom Leben und Vergehen, irgendwo erschließen werde.
Ob ich ein Geheimnis lerne, horcht die Seele mir und zittert
Wie ein Strauch, wenn's in der Ferne wetterleuchtet und gewittert.
Aber aus den Sternenfeuern will kein Geist herniedersteigen,
Augen nur, erfüllt von Schweigen, blicken aus den dunklen Schleiern."

Moritz Hartmann.



Eine wunderbare Brücke
spannt sich dort am Himmelsbogen.
Näher an die Wunderbrücke
hat er uns durchs All gezogen.
Auf dem dunklen Weltenkörper
vor uns lassen wir uns nieder,
Auf der goldnen Riesenbrücke
gehn die Seelen hin und wieder.

F. v. Stenglin.

Die Milchstraße

Was die Alten von der Milchstraße dachten. Allerlei Details über das Aussehen der Milchstraße. Der schimmernde Ring besteht aus Millionen Sternen. Entfernung der Sterne an der Grenze der Milchstraße und Größe des Milchstraßenringes. Stellung unseres Sonnensystems im Innern des Sternenringes. Das Milchstraßensystem eine Linse von Sonnen. Der Sternhaufen-Mantel. Der Andromeda-Nebel. Spiralnebel. Milchstraßen jenseits der Milchstraße. An der Grenze unseres Gesichtskreises. Das Weltbild.

Eine schimmernde Brücke überspannt in kühnem, gewaltigem Bogen das Himmelsgewölbe, die alten Mexikaner sagten von ihr, daß sie die „Schwester des Regenbogens" sei. Wie ein feiner leuchtender Schleier zieht das zarte Lichtband durch all die funkelnden Sterne und Sternlein hindurch, und wenn in klaren Winternächten tiefdunkel der Himmelsgrund sich ins Unendliche zu dehnen scheint und die Lichter des Himmels klar und rein erstrahlen, wie vieltausend blitzende Diamanten auf schwarzem Samt, dann scheint auch der Schimmer des mächtigen Lichtbandes zu wachsen, und zuweilen ist es, als ob Millionen winzig winzige Fünkchen ihn zusammensetzen. Die Milchstraße! Der Riesensäugling Herkules, so will es die Sage, ließ einst, als er am Busen der Juno trank, einen Tropfen Milch fallen; der Tropfen rann in den Himmelsraum, und rann und rann, seine Spur hinterlassend, weiter und weiter, so entstand die Milchstraße. Theophrastus glaubte, der schimmernde Ring sei die Stelle, an der die beiden Himmelshalbkugeln zusammengeschweißt seien, und andere Gelehrte des Altertums waren der Ansicht, der Sonnenwagen sei früher an jener Stelle gefahren, und die Milchstraße sei das ausgefahrene Geleise, das der feurige Wagen mit den Spuren seines jahrtausendelangen Rollens bedeckt habe. — Wie klein stellte man sich doch in diesen entlegenen Zeiten die Unermeßlichkeiten des

Universums vor! Wir wissen heute, daß dieser Schimmer von Millionen Sternen, Millionen Sonnen gebildet wird, die in unermeßlichen Fernen im Raum schweben. Der Philosoph Demokrit hat freilich schon fünf Jahrhunderte vor Beginn unserer Zeitrechnung vermutet, daß die Milchstraße

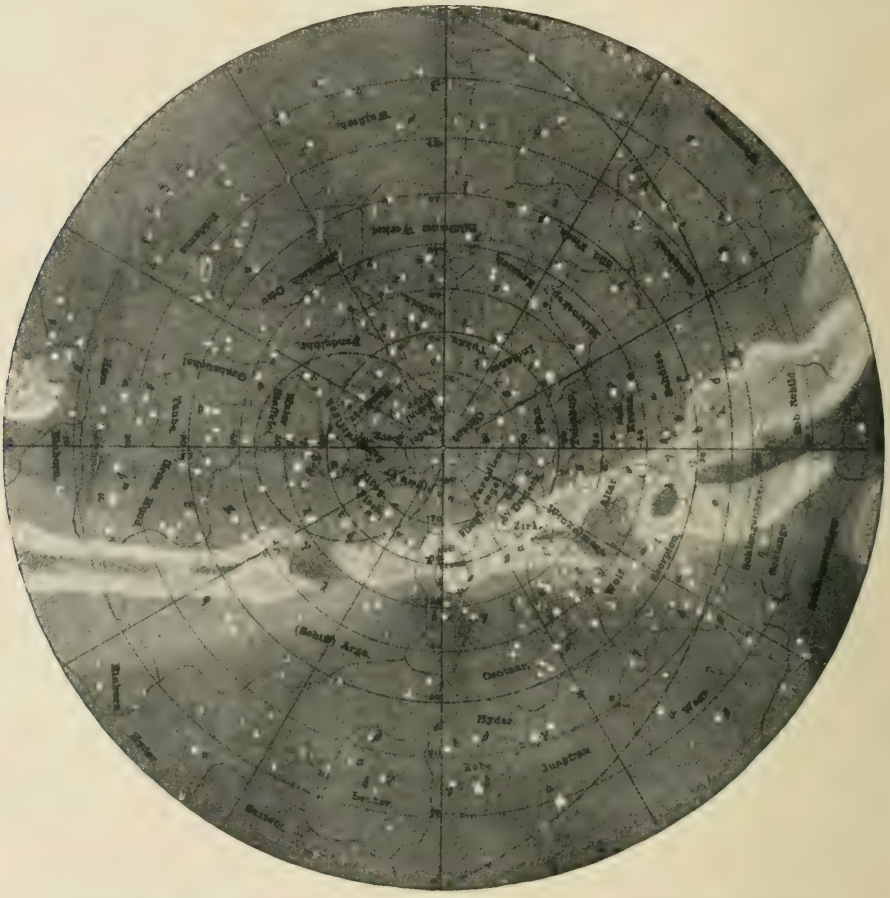


Abb. 285. Die Milchstraße auf der südlichen Halbkugel des Himmels

aus unendlich vielen kleinen Sternen gebildet werde, aber erst Galilei hat mit dem 1608 erfundenen Fernrohr sich von der Tatsache überzeugen können. Dieser ungeheure, leuchtende Streif ist nicht nur auf der nördlichen Halbkugel des Himmels anzutreffen, er überzieht die ganze Himmelskugel, ist ein Ring, der das Sterngewölbe umspannt. Und dieser Ring ist nicht überall von gleichmäßiger Helligkeit, wie ein Blick auf die Abbildungen 285 und 286 erkennen läßt, die den Lauf der Milchstraße auf der nördlichen und südlichen Halbkugel des Himmels darstellen. Wir sehen auch, daß sie kein einfacher Ring in schlichter Form ist, sondern Abzweigungen, Teilungen, Ausläufer

und Arme besitzt, wenn auch im großen und ganzen von einem ringförmigen Gebilde gesprochen werden kann.

Bei uns, auf der nördlichen Halbkugel des Himmels, liegen die hellsten Stellen der Milchstraße im Sternbilde des Schwans; Abb. 287 läßt diese

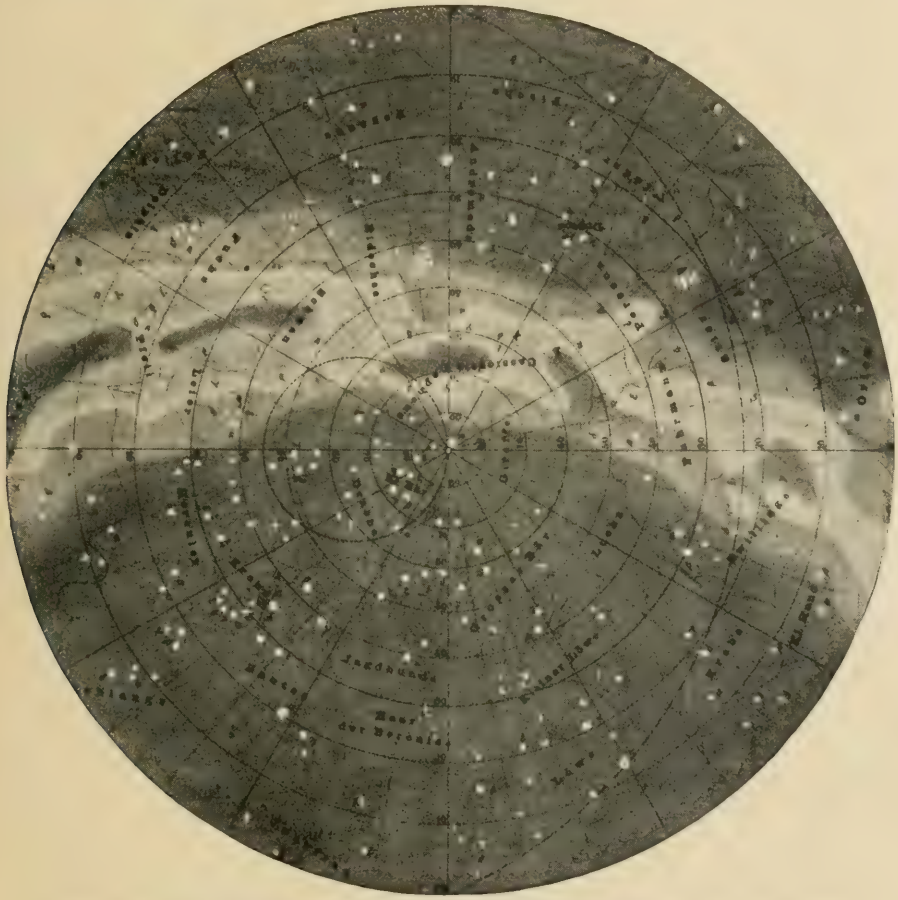


Abb. 286. Die Milchstraße auf der nördlichen Halbkugel des Himmels

Partie nach einer Photographie erkennen. Wie in einem Schneegestöber die Flocken durcheinanderwirbeln, dem Auge unfaßbar, unzählbar in ihrer Fülle, so sehen wir hier die Sonnen sich drängen zu einem unentwirrbaren Chaos. Noch sternreicher sind am südlichen Himmel die Partien der Milchstraße, die die Sternbilder Skorpion und Schütze durchziehen. Aber auch fast ganz sternlose Partien, sozusagen dunkle Löcher in dem leuchtenden Schleier der Göttin Urania, finden sich. In dem oft von Reiseschriftstellern ob seiner Schönheit gerühmten Sternbild des „Südlichen Kreuzes" (Abb. 6) liegt eine solche Partie, treffend ob ihrer fast absoluten Lichtlosigkeit der

Abb. 287. Partie der Milchstraße im Sternbild des Schwanes
Nach einer Photographie von E. E. Barnard, Lick-Observatorium

„Kohlensack" genannt. Eine ähnliche Stelle sehen wir im Mittelpunkt der Abb. 288. Auch die Breite des eigenartigen Gebildes ist, wie die Abbildungen zeigen, sehr verschieden, am auffälligsten aber ist die große Gabelung der Milchstraße, die — im Sternbilde des Schwans beginnend — bis zum Sternbild des Centauren am südlichen Himmel reicht.

Es ist naturgemäß, daß man diesem auffälligen und höchst wunderbaren Lichtkranz zu allen Zeiten große Aufmerksamkeit schenkte. Einige Astronomen der neueren Zeit haben sich jahrzehntelang damit beschäftigt, den Bau der Milchstraße zu ergründen. Der große Herschel, Heiß in Münster, später Plaßmann und vor allem der Holländer Easton haben uns durch ihre Arbeiten wichtige Aufschlüsse über den wunderbaren Sternenring gegeben. Besonders des zuletztgenannten Astronomen umfangreiche Untersuchungen lassen erkennen, daß die Milchstraße ein höchst kompliziertes Gebilde ist; über anderthalb Hundert besondere Unterbrechungen, Konzentrationen, Abzweigungen hat Easton in dem Sternengürtel gefunden. Wer in

einer klaren Winternacht, wenn kein Mondschein die feinen Einzelheiten der Milchstraße überstrahlt, aufmerksam den schimmernden Ring beobachtet, wird bald finden, daß das oberflächlich betrachtet einfache Objekt gar viele ins Auge fallende Einzelheiten aufweist. Wir haben erkannt, daß das Licht der Milchstraße in der Hauptsache durch allerkleinste Sterne, durch

Abb. 288. Partie der Milchstraße aus dem Sternbild des Ophiuchus
Photographische Aufnahme der Yerkes-Sternwarte bei 4½stündiger Belichtung
Im Mittelpunkte des Bildes befindet sich eine jener ganz sternenleeren, „Kohlensäcke" genannten Stellen

Sterne der 10., 11. Größe usw., hervorgerufen wird. Die Zahl dieser Sterne innerhalb der Milchstraße beläuft sich auf viele Millionen; schauen wir mit einem großen Fernrohr in dieses unermeßliche Getriebe, betrachten wir die Unzahl der Lichtpünktchen, die uns auf den photographischen Aufnahmen der Milchstraße entgegentreten, so erkennen wir, daß es eine menschliche Kräfte übersteigende Arbeit ist, auf die Einzelheiten dieser auf die Forschertätigkeit geradezu entmutigend wirkenden Fülle von Sonnen einzugehen. Nur das große Ganze in seinen Hauptzügen kann man noch versuchen festzuhalten, zu deuten, und kommt da zu wahrhaft gewaltigen Perspektiven!

Schon der Umstand, daß der Ring der Milchstraße im allgemeinen ringsum von annähernd gleicher Helligkeit erscheint, läßt uns vermuten, daß unser Sonnensystem nicht allzuweit von der *Mitte* des unermeßlichen Sternenringes entfernt sein wird. Diese Erkenntnis ist naturgemäß von großer Wichtigkeit, denn sie gibt uns an, unter welchem Gesichtswinkel, unter welcher Perspektive wir das ganze riesenhafte Gebilde betrachten. Außerdem zeigt die Tatsache, daß der Ring der Milchstraße, von uns aus gesehen, nicht durch die Mitte des Himmels geht, nicht einen „größten Kreis" bildet, wie der Astronom sich ausdrückt, daß sich unser Sonnensystem etwas *außerhalb* des Ringes, *über* seiner Ebene befinden muß. Es ist ferner zweifellos, daß die Sterne der Milchstraße außerordentlich viel weiter von uns abstehen als die Sterne, die wir an den anderen Stellen des Himmels, *außerhalb* des Zuges der Milchstraße, erblicken, und die ja auch durchschnittlich größer und heller sind als die Sterne, die die Milchstraße bilden.

All die hellen Sterne der Sternbilder befinden sich in unserer Nähe.

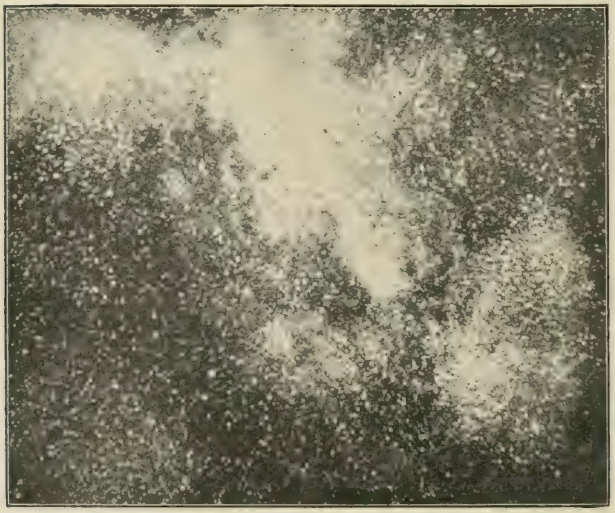


Abb. 289. Partie der Milchstraße im Sternbilde des Schützen

Das Millionenheer der kleinen Sterne aber verliert sich endlich in ungeheuren Fernen. Diese Sternströme liegen nahezu in einer Ebene, wir erblicken sie in Schwärmen hintereinander rings um den Himmel herum im Kreise, in einem Kreise, der uns eben als der schimmernde Milchstraßengürtel erscheint.

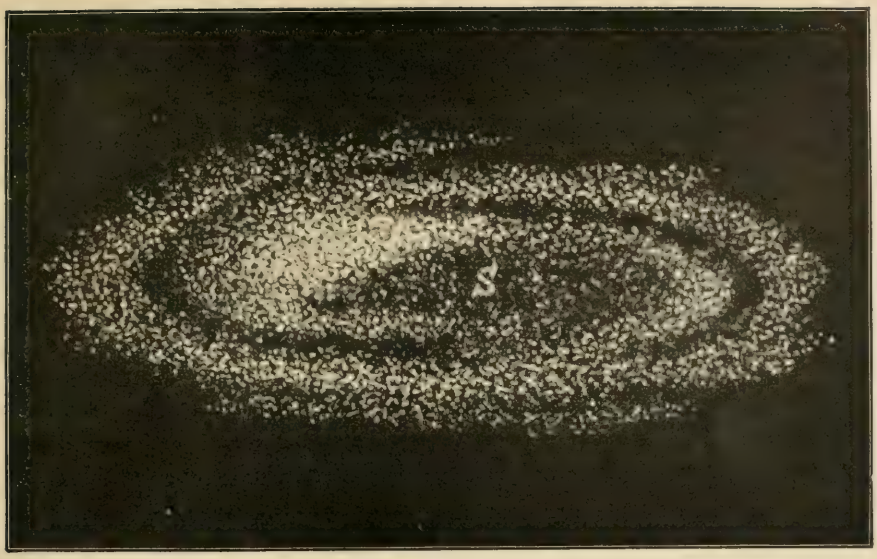


Abb. 290. Unser Milchstraßen-System als Sterneninsel im Weltenraum

Es ist naturgemäß außerordentlich schwierig, die Entfernung der äußersten Milchstraßensterne zu ermitteln. Kein Meßinstrument und keine Meßmethode ist diesen Weiten mehr gewachsen. So dürfen wir uns nicht wundern, daß die verschiedenen Forscher sehr verschiedene Entfernungen herausbekommen. Gerade die neueren, mit zuverlässigeren Methoden erhaltenen Zahlen sind aber bei weitem größer als die früherer Zeiten. Vor zwanzig Jahren glaubte man die Grenze der Milchstraßensterne noch etwa 5000 Lichtjahre von uns entfernt annehmen zu dürfen, heute kommt man zu Weiten von 20 000 bis 30 000 Lichtjahren!

Wenn wir uns ein Bild davon machen wollen, wie sich denn dieser gewaltige Komplex von Sternen für ein Wesen ausnehmen würde, das nicht mitten in demselben schwebt wie wir, sondern das außerhalb der Milchstraße steht, so kommen wir etwa zu einer Figur, wie sie Abb. 290 zeigt. All die Millionen Sterne bilden in ihrer Gesamtheit eine Insel im Weltenraum. Diese Insel hat im großen und ganzen die Form einer verhältnismäßig flachen Scheibe oder Linse. Aber sie ist keineswegs gleichmäßig mit Sternen erfüllt! Es zeigen sich in ihr stärkere Anhäufungen, große spiralig gewundene Arme, zwischen denen sternarme, selbst sternleere Räume liegen. Näher betrachtet ist das Ganze eine mehrfach gewundene Spirale mit einer besonders starken Verdichtung der Sterne in einer Kernwolke, von der die Hauptarme dieser Spirale ausgehen.

Wer in sternenklarer Nacht draußen im Freien, wo das Auge unbeeinflußt die Milchstraße überschauen kann, diesen schimmernden Bogen

eingehend betrachtet, wird deutlich jene starke Verdickung des Sternschwarmes, den Kern der Milchstraße, im Sternbild des Schwanes erkennen. Ebenso sind drei Hauptspiralen bemerkbar. Die dunklen Gänge zwischen ihnen werden dann ebenfalls deutlich; insbesondere zwischen den Sternbildern Schwan, Adler und Skorpion. Schwierig ist es nur, sich von der eigenartigen Perspektive frei zu machen, unter der uns von der Erde aus gesehen der Gesamtkomplex sichtbar wird. Wenn wir in einem ruhigen Zimmer einen schönen, sich langsam in Windungen verlierenden Rauchring in die Luft blasen, so wird uns dessen gewundene, langsam Ausläufer bildende Gestalt vollkommen deutlich, denn wir schauen ihn von außen, von unten oder oben. Wie dieser Rauchring aus Millionen außerordentlich winziger Körperchen besteht, so die Milchstraßeninsel aus Millionen Sonnen. Es würde naturgemäß für ein unvorstellbar winziges Wesen, das auf einem Rauchteilchen im Innern des Rauchringes steht, sehr schwer sein, sich von der wahren Gestalt dieses Gebildes eine richtige Vorstellung zu machen. Auch unser Sonnensystem steht ja im Innern dieser Milchstraßenwelt; es ist ihrem Mittelpunkt nahe, liegt aber ein wenig über der Scheibenebene. Aus diesem Grunde erscheint, von der Erde aus gesehen, die komplizierte Sternspirale als ein den Himmel umspannender Gürtel. Der in der Abb. 290 mit S bezeichnete Punkt gibt etwa den Ort unseres Sonnensystems innerhalb der mächtigen Sterneninsel an. Sehr wahrscheinlich befindet sich hier eine ganze Gruppe von Sonnen, ein großer Sternhaufen, zu dem auch unsere Sonne gehört. — Das große Heer der im Milchstraßensystem vereinigten Sterne steht natürlich nicht still, sondern in ihm wandern die verschiedenen Sterne und Sterngruppen nach verschiedenen Richtungen durcheinander wie die einzelnen Fische eines großen Schwarmes im Meer, und zwar in zwei einander entgegen gerichteten Hauptströmen.

Neueste Forschungen haben zu der Vermutung geführt, daß die Spiralwolke der Milchstraßeninsel noch *von einem Mantel sehr eigenartiger Weltinseln kleinerer Ausdehnung umgeben ist*. In starken Fernrohren sieht man am Himmel hunderte von kleinen rundlichen Wölkchen, die aus Zehntausenden von Sternen bestehen. Wir nennen sie „*Sternhaufen*". Die Bilder 275 und 294 zeigen uns Photographien solcher Objekte. Früher glaubte man, daß sie noch innerhalb der Milchstraße ständen, nun aber haben sehr geistvolle Untersuchungen vor allem amerikanischer Astronomen gezeigt, daß sie jenseits der Milchstraßeninsel schweben, ja daß die fernsten 100 000 bis 200 000 Lichtjahre von der Mitte der Milchstraße abstehen. Auch sind sie nicht regellos im Raum verstreut, sondern bilden gewissermaßen einen Mantel um die Milchstraßenebene, und noch überraschender ist der Nachweis, *daß sie alle mit sehr großer Geschwindigkeit auf unsere Milchstraßeninsel zueilen*, sich mit ihr zu vereinigen streben.

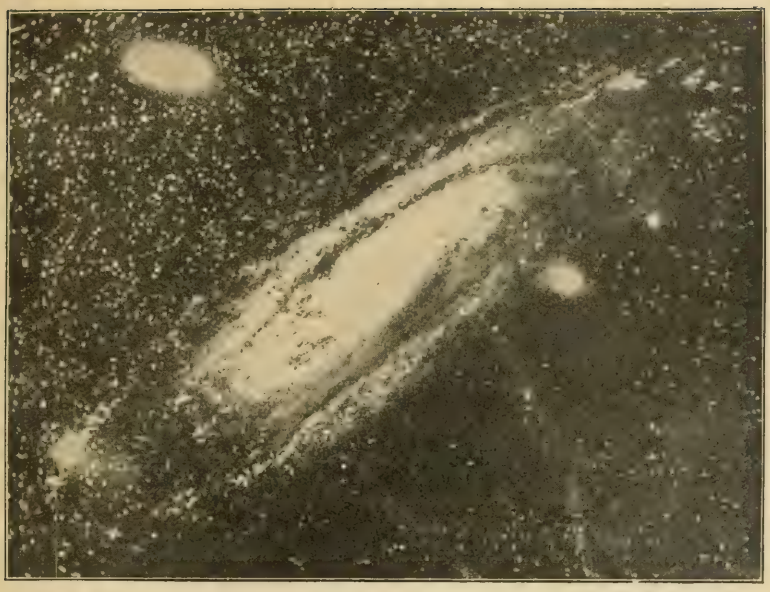


Abb. 291. Der große Nebel im Sternbilde der Andromeda
Nach einer Photographie von Ritchey, Yerkes-Sternwarte

Halten diese erst 1919 bekannt gewordenen Untersuchungen den Nachprüfungen stand, was in der Hauptsache zuzutreffen scheint, so gewinnt unsere Sterneninsel ein ganz anderes Bild, und wir müßten ihr dann wenigstens einen Durchmesser von 200 000 Lichtjahren zuschreiben, so sehr das auch alle menschlichen Begriffe überschreiten mag. Aber immer wieder wollen wir uns daran erinnern, daß die Begriffe groß und klein, die sich der Mensch geschaffen hat, von der ewigen, unendlichen Natur nicht anerkannt werden!

„Die Unermeßlichkeit hat kein „Warum?"
Sie ist ein kreisend Rad
Urewgen Seins,
Ein Individuum,
Das keinen andern Maßstab als
Sich selber hat!" —

Es ist nun außerordentlich interessant, daß wir mit unseren Fernrohren in des Raumes Tiefen riesige Objekte wahrnehmen, die eine verblüffende Ähnlichkeit mit unserm Milchstraßensystem haben, wenn wir dabei berücksichtigen, daß wir diese Objekte teils von oben, teils von der Seite sehen, wenn man so sagen darf. Auf Abb. 291 sehen wir eine dieser leuchtenden Inseln im Weltenraum, den berühmten „Andromeda-Nebel", der noch dem freien Auge als ein kleines, mattschimmerndes Wölkchen von elliptischer Form im Sternbilde der Andromeda erkennbar ist. Hier haben wir es mit einer ungeheuren Ansammlung von Sternen zu tun, untermischt mit Nebelmaterie, auf die wir noch im nächsten Kapitel näher eingehen werden. Auch dieser

Andromeda-Nebel hat offenbar eine flache, linsenförmige Gestalt, wir sehen ihn stark von der Seite, so daß er für uns scheinbar eine Ellipsenform annimmt. Ebenso gleicht der Form nach das in Abb. 302 dargestellte Gebilde, der Ringnebel im Sternbilde der „Leier", unserm Milchstraßenkomplex. Aus verschiedenen Details, die wir in der Milchstraße finden, man denke an die beschriebenen Ausläufer, Arme und Teilungen, scheint hervorzugehen, daß der große Ring nur die Hauptwindung einer mächtigen Spirale ist, daß die Materie, die das ungeheure Sternenheer bildete, sich einst in wirbelnder Bewegung befunden haben muß, so wie wir es heute noch an den sogenannten „Spiralnebeln" sehen, von denen Abb. 292 ein schönes Exemplar nach einer Photographie darstellt.

Gerade diese Spiralnebel, von denen es Hunderte in den Tiefen des Raumes gibt, erwecken immer mehr das Interesse des Sternforschers. Hinter ihre Geheimnisse kommen heißt Grundprobleme des ganzen Weltbaues und Weltwerdens lösen. Sie bestehen aus gewaltigen Strömen von Sternen und sind die fernsten Objekte, die wir überhaupt im Weltall erblicken. Die schwächsten von ihnen liegen wohl Millionen Lichtjahre fern. Alle sind in sich abgeschlossene Systeme, und es scheint, als ob wir in ihnen, soweit sie ganz aus Sternen bestehen, den Abschluß eines sehr langen Entwicklungsprozesses sehen. Der Kern scheint gasiger Natur zu sein, die ganze Masse rotiert, wie es schon der äußere Anblick zeigt. Vom Kern sind die beiden Spiralarme abgeschleudert, und neueste Beobachtungen lassen vermuten, daß die Kernmaterie mit der Sternbildung beginnt, wenn sie in die Spiralarme hineingelangt. Auch Abb. 299 zeigt uns einen solchen Spiralnebel sehr weit fortgeschrittener Entwicklung, bei dem kaum noch die Urform erkennbar wird. Die Spiralen haben sich in riesige Sternnester aufgelöst.

Wir sehen, daß es nicht an Objekten im Weltenraum fehlt, die uns durch ihre Form eine ziemliche Gewähr dafür bieten, daß wir mit unseren Spekulationen über die Gestalt der Milchstraße ungefähr das Richtige treffen, wenngleich wir über die Details noch völlig im unklaren sind. Aber schon taucht wieder eine neue gewichtige Frage auf! Haben wir in diesen, unserer Milchstraße an Form und Aussehen so sehr gleichenden, leuchtenden Inseln, andere Milchstraßen jenseits der Milchstraße vor uns, oder handelt es sich um kleinere Milchstraßengebilde, die noch innerhalb ihrer mächtigen Linse liegen? Wir begreifen, daß schließlich hier nur Entfernungsmessungen eine Antwort geben können. Zeigt es sich, daß Objekte wie der Andromedanebel nicht weiter entfernt sind als die Sterne des Milchstraßenringes, oder daß sie uns gar noch näher stehen, so kann es sich nicht um Milchstraßen außerhalb des von uns bewohnten Sternkomplexes handeln. Man hat nun in neuerer Zeit einige hellere Lichtinseln auf ihre Entfernung hin untersucht, und glaubt aus den Messungen den Schluß ziehen zu können, daß sie viel ferner stehen als die Sterne der Milchstraße.

Aber wir dürfen nicht vergessen, daß diese Messungen in Anbetracht der ungeheuren Entfernung der Gebilde äußerst schwierig sind, und daß man noch keine endgültigen Entscheidungen wagen kann. Der Nebel in der Andromeda ist auf jeden Fall ein Gebilde von sehr großer Ausdehnung; der von ihm eingenommene Raum ist scheinbar zweiunddreißigmal so groß als die Fläche des Vollmondes, unzählige Sterne und große Nebelpartien füllen diesen Raum, so daß man doch geneigt ist, den Nebel für ein unserer großen Sterneninsel gleichwertiges Objekt zu halten, das außerhalb ihres Bannkreises liegt. Neuere Messungen ergeben für die Entfernung dieser Sternwolke 600 000 Lichtjahre! Dennoch ist sie uns viel näher als alle anderen Spiralnebel. Nach Ansicht einiger Astronomen bildet die Grenze der Milchstraße die Grenze der uns sichtbaren Welt, können wir mit unseren Mitteln nicht über dieses umgrenzte Gebiet des Weltenraumes hinausschauen. Jenseits der Milchstraße liegt nach Ansicht dieser Forscher ein ungeheurer, für unsere Begriffe unendlich großer leerer Raum, und erst jenseits dieses Raumes können vielleicht neue Milchstraßeninseln im unendlichen Meer des Universums schwimmen. Genau so, wie zwischen den einzelnen Sonnen weite leere Räume liegen, müssen auch zwischen den einzelnen Milchstraßen-Systemen entsprechend größere Räume existieren, und es ist fraglich, ob die Lichtstrahlen überhaupt noch aus diesen Unendlichkeiten bis zu uns gelangen können, ob sie nicht bei ihrer vielleicht Jahrhunderttausende langen Wanderung durch den Weltenraum durch den, wenn auch unendlich feinen, Weltäther so geschwächt werden, daß sie schließlich für unser Auge verlöschen. So vermag vielleicht aus diesem Grunde unser Wissen nie über den Ring der Milchstraße hinauszudringen und nie eines Menschen Auge die Sterneninseln jenseits dieser Grenze zu erschauen. Aber wie ein Kolumbus einst mit dem Finger nach der Richtung zeigen konnte, in der sich eine neue Welt, die niemand gesehen, befinden mußte, wagen wir es, auf Milchstraßen jenseits der Milchstraße zu deuten.

Abb. 292. Spiralnebel in den Jagdhunden
Aufnahme von G. W. Ritchey

Diese Bedenken, die man schon vor Jahrhunderten ausgesprochen hat, werden indessen durch neuere Forschungen widerlegt. Es ist nicht die geringste Lichtschwächung und -veränderung im Licht der Sterne, die in Sternhaufen mehr als 100 000 Lichtjahre fern von uns stehen, nachzuweisen.

Steht schon der uns nächste Spiralnebel, der in der Andromeda, über eine halbe Million Lichtjahre fern von unserer Weltinsel, dann kann man wohl doch vermuten, daß die viel weiter in den Raum hinausgerückten Spiralnebel, die kaum noch das Riesenfernrohr erspähen kann, Milchstraßensysteme sind, gleich dem unseren.

Wir sahen das Weltbild immer größer werden! Wir fanden, daß es Millionen Sonnensysteme gibt, daß auch sie gewissermaßen Einzelgebilde sind, die in ihrer Gesamtheit die Sterneninsel der Milchstraße zusammensetzen, und kommen schließlich zu der Auffassung, daß auch dieser ungeheure Komplex von Sonnen wieder ein Einzelgebilde ist, daß es viele solcher Wolken von Sonnen im Universum geben kann. Lange, lange haben wir ja bei diesen Betrachtungen menschliche Maßstäbe und alltägliches Empfinden hinter uns gelassen. Uns wird bange vor unserer eigenen Kleinheit in diesem unermeßlichen Getriebe, und trotz alles scharfsinnigen Forschens, trotz aller Mühen und auch aller Energie will es uns scheinen, als glichen wir der Ameise, die einen neugierigen Blick ins Innere eines Elektrizitätswerkes geworfen und nichts sah als allerlei Blinke-Blankes, das auf und nieder schnurrt und ihr ewig unverständlich bleiben muß! — — —

Wie die Nebel grollend donnern!
Welch ein ungeheures Leben.
Laß uns nicht zu weit hinüber
zu den Äthernebeln schweben.
Unsere Ohren können jene
Himmelstöne nicht ertragen,
Die, verkündend neues Leben,
durch die Weltenräume jagen.

— — — — — — — — — — —

Dünste jagen, rote Dünste,
ungeheure Wolkenmengen,
Die wie riesengroße Wände
sich an uns vorüberdrängen.
Spür ihr Glühen, fühl ihr Wehen,
hör ihr wundervolles Brausen,
's ist als ob die Urgesänge
hier an uns vorübersausen.
Eingeschlossen in die Hülle
fängt der Kern schon an zu beben,
An zu singen, an zu tönen,
an zu glühen, an zu leben.
Äther, festgeballt, entzündet
durch die Reibung, ward zu Feuer,
Noch umhüllt vom Dampf der Lüfte,
wuchs er stündlich ungeheuer.
Wird in vielen, vielen Jahren
eine lichte Sonne werden,
Und nach Aberjahrmillionen
wird's dort grünen wie auf Erden.

F. v. Stenglin.

Die kosmischen Nebel und das Werden der Welten

Schimmernde Wölkchen im Himmelsraum. Sternhaufen. Wahre kosmische Nebel. Die Größe und Entfernung der Nebel. Verschiedene Formen der Nebel. Chaotische Nebel. Spiralnebel. Planetarische Nebel. Nebelsterne. Veränderungen in den Nebeln. Was das Spektroskop von den Nebeln zu berichten weiß. Zustand der Materie in den Nebeln. Die Urmaterie. Die Nebel als Weltwerkstätten. Die Theorien von Kant und Laplace über die Entstehung des Sonnensystems. Zweifel und neuere Ansichten. Moulton und Chamberlins Hypothese. Das Werden der Welten nach Svante Arrhenius.

In klarer Winternacht, das Auge am Fernrohr, schweifen wir durch die Sternenräume. Welt um Welt taucht in unserem Gesichtskreise auf, nahe und ferne, und wenn sich unser mächtiges gläsernes Auge um einige Millimeter gedreht hat, sind wir um Milliarden Kilometer im Raume weitergewandert. Kometen ziehen durch unser Gesichtsfeld, klein und fern; Planetenkugeln, von Wolkenkränzen umgeben, von winzigen Monden umtanzt, schweben langsam vorüber, nun wieder Sonnen, bald groß und flammend, bald als winzige Diamantsplitter, und zwischendurch schießt eilend eine Sternschnuppe als helle Lichtlinie durch den Sehbereich unseres raumdurchdringenden Auges. — Und nun taucht ein feines nebliges Wölkchen auf. Wie ein verlöschter Kreidetupfen auf dunkler Schiefertafel, unbestimmt umgrenzt, mit schwachem Schimmer, den nur das ausgeruhte Auge noch

Abb. 293. Sternhaufen im Krebs
Nach einer Zeichnung von Lord Rosse

wahrzunehmen vermag. Eine neue Art von Himmelsobjekten, die wir bisher nicht sahen. Noch immer ist die raumdurchdringende Kraft unseres mächtigen gläsernen Auges nicht stark genug; schärfere Linsen müssen wir nehmen, um etwas Näheres zu sehen an diesem schimmernden Wölkchen. Und nun zeigt es sich, daß das, was uns als ein feiner Nebel erschien, in Wahrheit eine ungeheure Ansammlung von Sternen, eine Wolke von vieltausend Sonnen ist, ein „Sternhaufen". (Siehe Abb. 275 und 294.) Wie ein reicher Brillantschmuck auf dunkelm Samt liegt ein solcher Sonnenschwarm vor uns im scharfen Glase, auf allerkleinstem Raum viel tausend Sonnen mit sehr wahrscheinlich wieder viel tausend Erden. Selbstverständlich ist dieses dichte Aneinanderdrängen der Sterne in den Sternhaufen nur ein scheinbares; in Wahrheit liegen zwischen den einzelnen Sonnen auch dort mächtige leere Räume, und es ist nur die ungeheure Entfernung dieser Gebilde von unserem Standort im Weltraum, die uns das alles so zusammengedrängt schauen läßt. Kleinere Sterngruppen, wie etwa die bekannte Konstellation des Siebengestirns (Plejaden), die in Abb. 272 und 273 dargestellt ist, bilden sozusagen einen Übergang von den im Kapitel „Die Fixsterne" besprochenen „mehrfachen Sternen" zu den eigentlichen dichten Sternhaufen, von denen hier die Rede ist. Wir haben in den dichten Sternhaufen offenbar kleinere Milchstraßensysteme vor uns; die Ansammlung von Materie, aus der sie sich bildeten, war geringer als die, aus der unser großer Milchstraßenkomplex entstand.

Im letzten Kapitel wurde schon erwähnt, daß Forschungen der jüngsten Zeit den Eindruck hervorriefen, als seien diese Sternhaufen gewissermaßen Außenbezirke der Milchstraßeninsel. Wir hörten, daß die Sternhaufen unsere Milchstraßenwolke in weitem Abstand umgeben, und daß sie sich ihr

mit großer Geschwindigkeit nähern. Es wurde dort schon bemerkt, daß die fernsten Sternhaufen etwa 100 000 Lichtjahre, nach Messungen von Shapley gar 200 000 Lichtjahre, von uns abstehen.

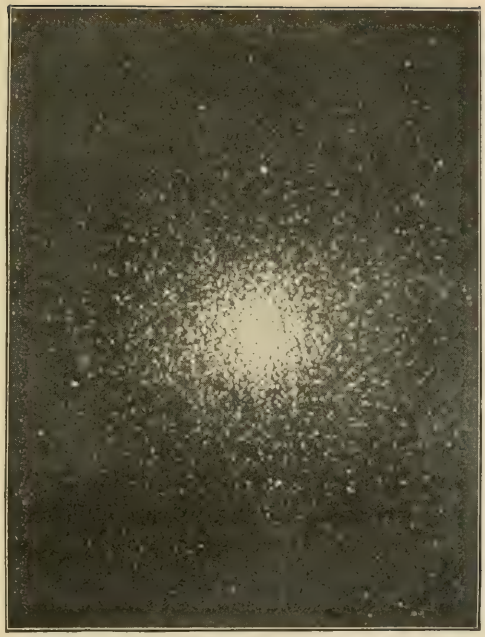


Abb. 294. Sternhaufen im Centauren
Photographie

Bei manchen dieser leuchtenden Wolken hat es große Mühe gekostet, sie in Sterne aufzulösen, sie schienen — wie z. B. der so eigenartig geformte, hier abgebildete Sternhaufen im Krebs — wirklich Nebel, Gasmassen zu sein, ohne feste Körper, und wir werden gleich sehen, daß es im Raum tatsächlich ungeheure Mengen leuchtender Gase, sogenannte Nebel, gibt, die eine eminent wichtige Rolle im Kosmos spielen. Wie wir wissen, vermag der Astronom mit Hilfe des Spektroskops zu erkennen, ob das Licht von einem glühendfesten respektive flüssigen oder gasförmigen Körper ausgeht, und bei manchen dieser leuchtenden Wolken im Himmelsraum hatte das Spektroskop, schon lange, ehe es den Beobachtern am Fernrohr gelang, die feinen Sternchen zu erkennen, den Nachweis geführt, daß hier Fixsterne und nicht Gasmassen leuchten. Man hat aber auch gefunden, daß zuweilen neben dem Fixsternspektrum auch das Gasspektrum in diesen Himmelsobjekten auftritt, daß also in manchen Sternhaufen noch ausgedehnte Nebelmassen, Gasmassen vorhanden sind. Auch unser Milchstraßensystem wird ja von großen Nebelwolken durchzogen (Bild 296 u. 309). Ein ihm ähnliches, eigentlich fälschlich Nebel genanntes

Abb. 295. Sternhaufen im Toucan
Nach einer Zeichnung von Lord Rosse

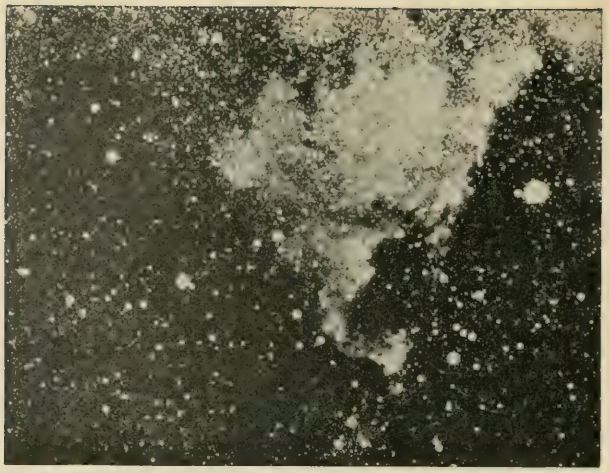


Abb. 296. Der Amerika-Nebel im Sternbilde des Schwanes
Photographie von Prof. Wolf, Heidelberg

Gebilde ist der berühmte Andromeda-Nebel. (Abb. 291.) Endlich aber finden wir auch viele tausend schwach schimmernde Wölkchen, die sicher keinerlei Sterne enthalten, die ein reines Gasspektrum zeigen und in Wahrheit gewaltige Schwaden kosmischen Nebels darstellen. Manche dieser Gebilde sind von ganz ungeheurer Ausdehnung. Die Fläche, die der Andromeda-Nebel am Himmel einnimmt, ist etwa 32mal größer als die Sonnenscheibe, nur die hellsten Partien des Orion-Nebels sind in der Flächenausdehnung der Sonne etwa zwanzigmal überlegen, und neuerdings hat Wolf in Heidelberg Nebel entdeckt, die, wie das seiner Form wegen Amerika-Nebel genannte mächtige Objekt im Sternbilde des Schwanes (Abb. 296), durch ganze Sternbilder hinziehen. Selbst wenn der Andromeda-Nebel nicht weiter von uns entfernt ist als die hellsten und nächsten Fixsterne, hätte er schon eine wahre Längen-

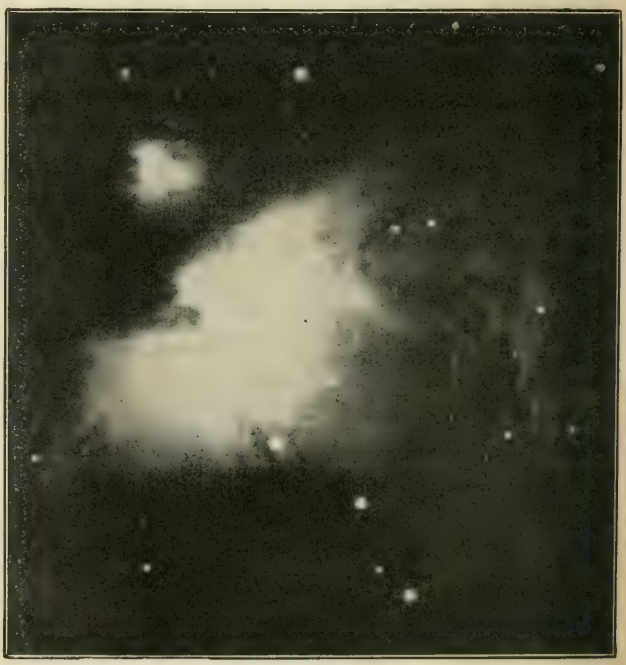


Abb. 297. Der große Nebel im Orion
Phot. Prof. Scheiner, Potsdam

Abb. 298. Der Spiral-Nebel im Sternbilde der Jagdhunde
Photographie G. W. Ritchey, Yerkes-Observatorium

ausdehnung, die 200mal größer ist als der Durchmesser unseres ganzen Sonnensystems; 200mal also ließe sich die fast 9000 Millionen Kilometer breite Neptunsbahn in der Längsausdehnung des Nebels unterbringen. Aber es ist ausgeschlossen, daß uns die Nebel so nahe stehen wie hier angenommen.

Für den Andromeda-Nebel, der eigentlich eine mächtige Wolke von Sonnen ist, innerhalb der noch große Nebelschwaden schweben, haben die Messungsversuche mindestens eine Entfernung von 600 000 Lichtjahren ergeben. Bestätigt sich diese ungeheure Entfernung, dann ist der Andromeda-Nebel ein Milchstraßensystem gleich dem unseren. — Der Orion-Nebel, von dem Abb. 297 nur die innersten, hellsten Stellen zeigt, während uns die vortreffliche Photographie, die Ritchey mit dem Rieseninstrument der

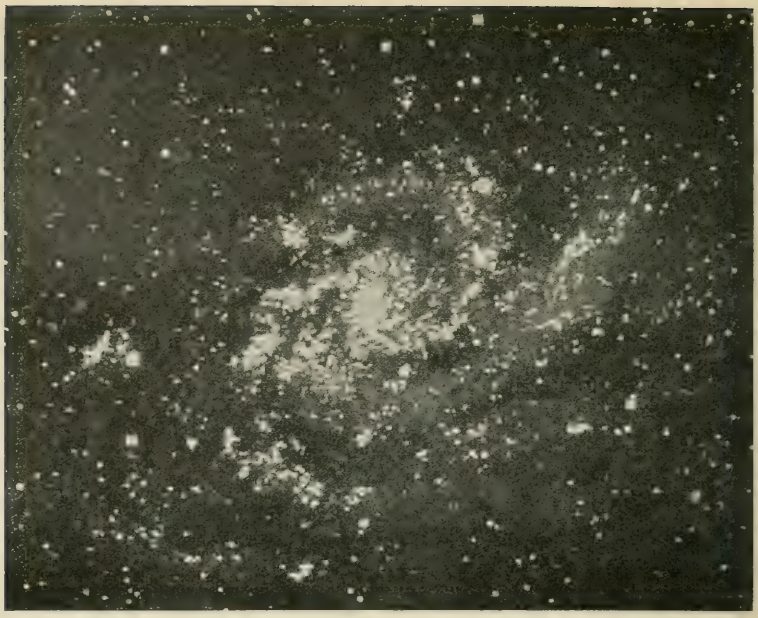


Abb. 299. Stark in einzelne Sternhaufen aufgelöster Spiralnebel im Sternbild „Triangel"

Photographie Ritchey, Yerkes-Sternwarte

Yerkes-Sternwarte gelang und die wir Seite 441 reproduzieren, auch die schwächeren Außenbezirke des Nebels wiedergibt, muß gewaltige Räume im Weltgebäude einnehmen.

Wir müssen vor allen Dingen also unterscheiden zwischen *echten Gasnebeln*, die zumeist chaotische Nebelwolken sind, wie der Amerika-Nebel und der Orion-Nebel, und jenen meist in *Spiralformen* auftretenden, eigentlich nur wie Nebel erscheinenden Objekten, die, wie es scheinen will, viel ferner stehen und vor allen Dingen erkennen lassen, daß sie zum großen Teil schon aus *Fixsternen* bestehen, während Nebelmassen da eine mehr oder minder untergeordnete Rolle spielen. Solche Spiralnebel, deren ganze äußere Form schon erkennen läßt, daß hier ein langer Entwicklungsprozeß zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, sehen wir in den Abb. 291, 292, 298, 299, 301.

Ihnen wendet sich heute mehr und mehr das Interesse der Sternforschung zu. Mindestens eine halbe Million solcher merkwürdigen Spiralwelten gibt es in den uns überblickbaren Räumen. Die letzten scheinen in ganz unvorstellbaren Weiten zu schweben. Man rechnet mit mehreren Millionen Lichtjahren. Das nächste Gebilde dieser Art ist der oft erwähnte Andromeda-Nebel, eine Spirale, die wir mehr von der Kante sehen als den Nebel in

den Jagdhunden, den Bild 292 zeigt. Sehr vorsichtige Berechnungen von Lundmark ergeben, daß diese Sternwolke einen Durchmesser von 23 000 Lichtjahren hat, während für unser eigenes Milchstraßensystem Durchmesser von 20 000 bis 60 000 Lichtjahren genannt werden.

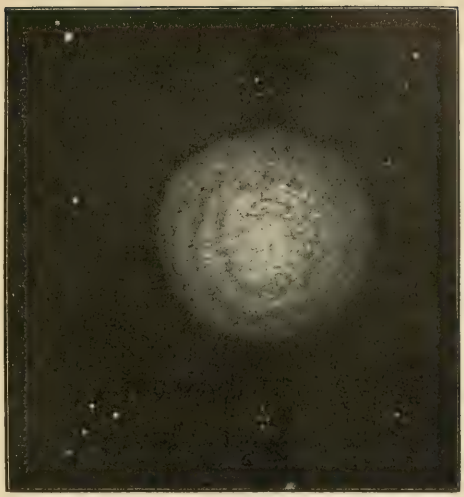


Abb. 300. Planetarischer Nebel

Es scheint wirklich, als hätten wir also in den Spiralnebeln ferne Milchstraßeninseln vor uns! Nebenbei bemerkt wissen wir heute, daß sie sich mit großer Geschwindigkeit im Raum weiterbewegen. Vergleichen wir die Abb. 292, 299, 301 miteinander, so haben wir den Eindruck, als ob sie verschiedene Formen eines Entwicklungsganges darstellen, was sehr wohl möglich ist. An anderer Stelle wurde schon gesagt, daß gewisse Beobachtungen die Vermutung nahe legen, daß die Kernmaterie langsam in die Spiralarme strömt, und daß dort erst die Bildung von Sternen beginnt. Besonders der im 299. Bilde dargestellte Spiralnebel im Triangel macht den Eindruck, als sei hier der Sternbildungsprozeß bereits nahezu vollendet. — Vielleicht haben Vorgänge ähnlich denen, die Moulton und Chamberlin in ihrer Seite 428 besprochenen Theorie heranziehen, in diesen Spiralen in allergrößtem Ausmaße eine Rolle gespielt. Deutlich wird jedenfalls das Rotieren der Spiralarme und deren Nachbarmassen um den zentralen Kern. —

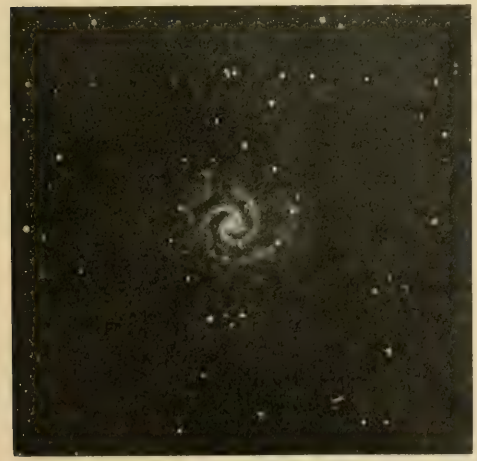


Abb. 301. Spiralnebel im Sternbilde der Fische
Phot. Keeler, Lick-Sternwarte

Die reinen Gasnebel nun, die mächtigen Wolken chaotischer Massen, liegen offenbar innerhalb unserer Milchstraße. Auch hier scheint eine Entwicklung am Werke. Ja, wahrscheinlich ist selbst das Leuchten dieser Wolken schon ein fortgeschrittener Zustand, denn man kennt Nebel, die nur teilweise leuchten, und zwar an den dichtesten

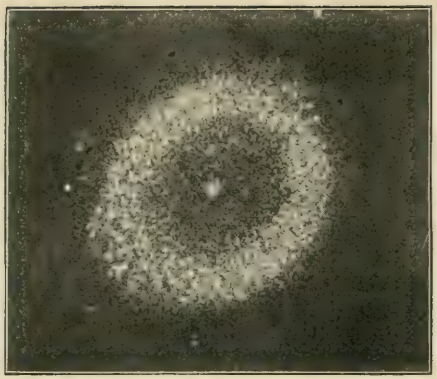


Abb. 302. Der Ringnebel im Sternbilde der Leier
Nach einer Aufnahme der päpstlichen Sternwarte zu Rom

Stellen. Wenn wir die große Abbildung des Orion-Nebels Seite 441 betrachten, sehen wir, daß auch da die Massen schon um den Kern in Bewegung sind.

Mehr und mehr befestigt sich die Ansicht, daß wir es in den großen Gasmassen mit der Materie zu tun haben, aus der sich in Jahrmillionen langer Verdichtung die Sonnen bilden. (Die „Planetarischen Nebel" — siehe Abb. 300 — scheinen schon zu Bällen verdichtete Gasmassen zu sein, deren Dichte und Temperatur aber noch nicht die Höhe erreicht hat, die zum Aufleuchten als Fixstern nötig ist.) Natürlich ist es von großer Wichtigkeit, festzustellen, wie denn die Gase in den Nebelwolken beschaffen sind.

Die spektroskopischen Untersuchungen zeigen nun, daß die Materie, die die Nebel bildet, eine sehr einfache Zusammensetzung hat, eine äußerst unkomplizierte chemische Beschaffenheit aufweist. Während das Spektrum der Sterne aus Tausenden von Linien besteht (siehe Abb. 284), die eben auf das Vorhandensein außerordentlich vieler chemischer Grundstoffe schließen lassen, weist das Spektrum der Nebel, wie Abb. 303 erkennen läßt, gewöhnlich nur vier helle Linien auf, von denen zwei dem Wasserstoff angehören, während eine andere auf Stickstoff hindeutet. Die vierte Linie endlich entstammt einem Stoff, den wir nicht kennen und der vielleicht in dieser Form nicht auf Erden anzutreffen ist. Auf jeden Fall sehen wir, daß die chemische Zusammensetzung der Nebelmaterie eine außerordentlich einfache ist, und wenn wirklich aus diesen Nebeln sich die Sterne bilden, wenn wirklich die Nebel — woran zu zweifeln die Wissenschaft keinen Grund hat — die Keimmaterie darstellen, aus der sich Sonnen entwickeln, so entstehen die vielen chemischen Stoffe, die wir auf der Sonne und auf anderen Sternen wahrnehmen, vor allem aber auf der Erde antreffen, die doch ebenfalls ein Weltkörper wie all die andern ist, erst später in den Himmelskörpern, wenn sich die Nebelmaterie verdichtet hat, wenn unter anderer Temperatur und anderen Druckverhältnissen die kleinsten Teilchen der Nebel-

Abb. 303. Spektrum eines Nebels

materie zu anderer Lagerung gezwungen werden. Schon lange herrscht ja die Vermutung, daß all die vielen Grundstoffe oder „Elemente", die wir kennen: Wasserstoff, Sauerstoff, Gold, Eisen, Kalium, Magnesium, und wie sie alle heißen, nur verschiedene Formen eines Grund- oder Urstoffes darstellen, jenes Ur-Weltstoffes, aus dem sich das ganze Universum aufbaut. In letzter Zeit ist es ja gelungen, die Umwandlung einiger Elemente in andre zu beobachten und zu veranlassen. Vielleicht haben wir in den Nebeln zum Teil wenigstens jene Urmaterie vor uns.

Abb. 304. Immanuel Kant

Ob der Mensch hier wirklich einem der großen Mysterien der Natur auf die Spur gekommen? Haben wir wirklich einen Blick in die großen Werkstätten getan, in denen Weltkörper, ja ganze Schwärme von Sonnen geschaffen werden? Führt dieses Tausenderlei ringsum auf dem Erdball mit seinen vielfältigen Formen, seinen Ländern und Meeren, seinen feurigen Tiefen, seinen luftigen Wolkenregionen, seinen Eismassen, seinen unendlich vielen Pflanzen- und Tierformen, die Menschen mit ihrer eigenartigen Welt und all ihren Werken, führt das alles zurück auf einen wallenden und wogenden Gasschwaden, der einst, vor ungezählten Jahrmilliarden langsam durch den unermeßlichen Raum zog?

Ist es möglich, daß all das, was uns heute auf Erden umgibt, vor Jahrmilliarden aufgelöst war in einer ungeheuren Gaswolke? — Es ist interessant, daß der Gedanke, die Weltkörper, speziell unser Sonnensystem, hätten sich aus gasigen Massen gebildet, schon lange bevor wir so genaue Kenntnisse über die Beschaffenheit der Nebel hatten, ausgesprochen wurde. Schon der durch seine spiritistischen Untersuchungen bekannte schwedische Gelehrte Swedenborg hat 1734 eine Art Nebular-Hypothese, eine Vermutung über die Entstehung der Welt aus Nebelmassen geäußert, und gleichzeitig hat der Engländer Thomas Wright ziemlich eingehend den gleichen Standpunkt vertreten. Aber erst der große Königsberger Philosoph Immanuel Kant (Abb. 304) und der hervorragende französische Astronom und Mathematiker Laplace (Abb. 305) haben die heute unter dem Namen „Kant-Laplacesche Hypothese" allgemein bekannte Ansicht über die Entstehung der Welt, speziell des Sonnensystems, geistig scharfsinnig durchgearbeitet und aufgebaut. Beide große Gelehrte weichen zwar in vielen Punkten von einander ab, aber dennoch hat man sich gewöhnt, beide Ansichten zusammenzufassen. Nach Kants Ansicht war einst der Raum, den

heute unser ganzes Sonnensystem einnimmt, mit einem außerordentlich fein verteilten Gas erfüllt. Die Materie, die heute die Sonne mit ihren Planeten und Monden bildet, war in äußerster Verdünnung über diesen ganzen Raum verteilt. Diese Materie, dieser große Gasfladen, befand sich in langsamer Rotation. Kant versucht auch, den Ursprung dieser Bewegung zu erklären, Laplace hingegen wagt sich an diese außerordentlich schwierige und auch durch Kant durchaus nicht gelöste Frage nicht heran, und nimmt diese Umdrehung der großen Nebelmasse als etwas von Anfang an Gegebenes hin. Der Gasfladen hatte eine ziemlich flache, rundliche, linsenförmige Gestalt, er verdichtete sich mehr und mehr; infolge der stärkeren Anziehung der inneren Massen auf die äußeren zog sich die Materie auf den Mittelpunkt, den Kern der ganzen Gasmasse, zusammen, der später die Sonne bildete. Aber auch außerhalb dieser Zentralmasse, um die sich alles drehte, und in verschiedenen Abständen von ihr, bildeten sich nach Kant Sammelpunkte der Materie, Massenanhäufungen, aus denen sich die einzelnen Planeten entwickelten, die (wie es ja in der Tat geschieht) alle in derselben Richtung den Zentralkörper, die Sonne, umkreisen mußten. Innerhalb der Gasbälle, die die Planeten formten, entstanden wiederum je nach der Größe der Bälle ein oder mehrere kleinere Massenanhäufungen, und aus ihnen entwickelten sich die Monde der betreffenden Planeten, die naturgemäß wieder in der nämlichen Richtung, in der sich die Planetenbälle um ihre Achsen drehten, um die Planeten kreisen mußten, was ebenfalls (von einigen Ausnahmen abgesehen) zutrifft. Kant weist auch auf sehr geistvolle Weise nach, weshalb die ferneren Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) größer werden mußten als die inneren (Merkur, Venus, Erde und Mars), und er zeigt außerdem, daß, wie es in Wirklichkeit ebenfalls zutrifft, die der Sonne näheren Planeten dichter werden mußten.

Laplace, der 40 Jahre später (1796) seine Weltentstehungs-Hypothese veröffentlichte, setzt von Anfang an den glühenden Sonnenball, der sich um seine Achse schwingt, als vorhanden voraus. Aber dieser Sonnenball hatte nach ihm damals eine ungeheure Atmosphäre, eine Gasschicht um sich, die noch weit über den Raum, den heute der äußerste Planet der Sonne einnimmt, hinausragte. Die Temperatur dieser großen Kugel sank, die Masse zog sich auf einen kleineren Raum zusammen, und so mußte nach physikalischen Gesetzen die Schnelligkeit der Umdrehung dieser Kugel stark zunehmen, so stark, daß sich die äußeren Gasmassen lostrennten, wie wir ja täglich an in schneller Drehung befindlichen Körpern sehen, daß Teilchen von ihrem Rande abgeschleudert werden. Es lösten sich nach und nach mehrere Gasringe vom Sonnenkörper los (wie es etwa in Abb. 306 dargestellt ist), die uns stark an die Spiralnebel, z. B. an den in Abb. 292 dargestellten Nebel in den Jagdhunden, erinnert. Diese Ringe zerfielen, die Masse eines jeden Ringes zog sich auf einen besonders

Abb. 305. Pierre Simon Laplace

dichten Punkt, einen Kern des Ringes, zusammen, und so entstand aus jedem Ring ein Ball, ein Planet, der heute in der Bahn, die früher der Ring einnahm, die Sonne umkreist. Wie von dem großen Sonnenball die Ringe abgeschleudert wurden, die die Planeten bildeten, so trennten sich aus gleichen physikalischen Gründen von den Planetenbällen Gasringe ab, die später die Monde der Planeten formten.

Wir wollen uns an dieser Stelle nicht eingehender damit beschäftigen, wie aus dem losen Gasball eines Planeten infolge zunehmender Verdichtung langsam ein glühend-gasförmiger, dann bei immer stärkerer Abkühlung ein glühend-flüssiger und schließlich ein glühend-fester Körper wurde, auf dem endlich eine dunkle, feste Schlackenkruste entstand; es soll uns hier nur die Bildung eines Sonnensystems in ihren Anfängen interessieren, und man muß zugestehen, daß Kant und Laplace mit ungeheuer einfachen Mitteln die Welt aufbauen. Gerade diese Einfachheit ist es, die uns ihre Hypothesen über die Entstehung des Sonnensystems so sympathisch macht; sie erklären zwanglos eine ganze Anzahl von Eigentümlichkeiten, die den verschiedenen Gliedern unseres Planetensystems eigen sind: man denke nur an die überall gleichgerichtete Bewegung der Körper von West nach Ost. Man hat auch bis heute

nichts Besseres an Stelle jener Spekulationen setzen können, trotzdem verschiedene astronomische Entdeckungen der letzten Zeit dargetan haben, daß der Kant-Laplaceschen Hypothese Fehler anhaften, die nicht zu überbrücken sind. Von vielem anderen abgesehen, das sich ohne mathematische Behandlung physikalischer Gesetze nicht darstellen läßt, sei nur darauf hingewiesen, daß sich der Planet Uranus ganz anders um seine Achse schwingt als die anderen Planeten, daß sich die vier Monde des Uranus entgegengesetzt der allgemein herrschenden Bewegung um ihren Planeten schwingen, wie das im Kapitel „An den Grenzen des Sonnenreiches" näher beschrieben wurde. Auch der Mond des Neptun und ein neuerdings entdeckter Mond des Saturn zeigen diese entgegengesetzt gerichtete Bewegung, die sich eben nicht mit den von Kant und Laplace aufgestellten Hypothesen erklären läßt. Man hat nachzuweisen gesucht, daß diese Unstimmigkeiten durch die Annahme beseitigt werden könnten, es seien in die Masse, aus der sich das Sonnensystem entwickelte, von außen Körper eingedrungen, die einen Teil der Materie an sich rissen und eine anders gerichtete Bewegung hatten als die Materie des Planetensystems.

Neuerdings haben zwei andere Forscher, Moulton und Chamberlin, eine andere Weltbildungs-Hypothese aufgestellt, die große Beachtung verdient, wenngleich sie nicht auf den Uranfang der Weltkörperbildung zurückgeht, wie das Kant darzustellen versucht hat. Nach ihnen näherte sich einst, vor Jahrmilliarden, unserer Sonne eine andere. Durch diese starke

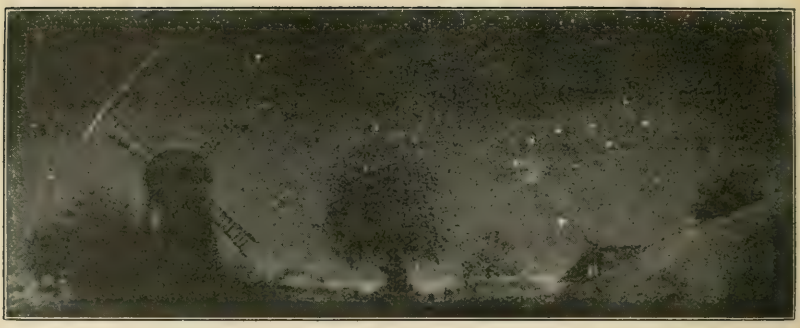
Abb. 306. Zur Entstehung des Sonnensystems nach Kant-Laplace

Abb. 307. Eigenartig gewundene Nebelwolke im Schwan
Nach einer Photographie von Ritchey, Yerkes-Observatorium

Annäherung entstand auf unserer Sonne eine Flutwirkung, d. h. es brach infolge der anziehenden Wirkung jener zweiten Sonne aus dem Innern des Sonnenballes in mächtigen Ausströmungen und Eruptionen an zwei einander gegenüberliegenden Stellen die Materie hervor, und es mußte so ein der Hauptsache nach zweiarmiger Spiralnebel entstehen (Abb. 308), wie sich solche in der Tat vielfach im Weltenraum vorfinden, in dessen Mittelpunkt als Zentralmassenpunkt sich die Sonne befand. In diesem Spiralnebel wird die Materie ungleich verteilt gewesen sein, es werden Sammelpunkte der Materie bestanden haben, die um den Zentralkern kreisten. Aus diesen Massen entwickelten sich die Planeten, und aus kleineren Massen, die in der Nähe der Planeten vorhanden waren, entstanden die Monde. Mancherlei Eigentümlichkeiten unseres Sonnensystems, die sich nach den

Ansichten von Kant und Laplace nicht oder nur gezwungen erklären lassen, paßt sich die soeben vorgetragene Hypothese besser an. Sehr interessant und eigenartig ist die Ansicht des schwedischen Physikers Svante Arrhenius über das Werden der Welten. Er sucht außerdem zu beweisen, daß es ein Ende, einen endlichen Stillstand der Welt nicht gebe, wie ihn der große Physiker Clausius für unabwendbar hält. Nach Clausius wird einst die Wärme, die heute von wärmeren Körpern zu kälteren fließt und Arbeit leistet, gleichmäßig im ganzen Universum verteilt sein, so daß keinerlei Unterschied mehr herrscht und in allgemeiner Starrheit die ganze unermeßliche Welt ruht. Nach Svante Arrhenius herrscht ein ewiger Kreislauf im Universum: Aus Nebelflecken bilden sich Sonnen, aus den Sonnen wieder Nebelflecke; während die das Leben, den Bestand der Welt garantierende Energie in den Sonnen immer geringer werde, nehme sie in den Nebelflecken, die die von den Sonnen ausgestrahlte Energie auffangen, wieder zu. Sie geben die Energie wieder an die sich neu bildenden Sonnen ab. Svante Arrhenius ist der Ansicht, daß die nach vielen Tausenden zählenden Nebelflecke Sammelstellen für die ungeheuren Meteorstein- und Staubmassen bilden, die den Weltenraum durcheilen. Diese werden durch den Widerstand, den sie in den Nebelmassen finden, aufgehalten und eingefangen. Immer mehr Masse sammelt sich so in den Gaswolken der Nebel an, vor allen Dingen auch die unendlichen Mengen feiner Staubpartikelchen, die von den Sonnen ausgestrahlt respektive fortgetrieben werden. In den Nebeln ballen sich die Massen wieder zusammen, bilden kleinere Sterne, und mit ihnen stoßen große, vielleicht schon lange erloschene Sonnen zusammen, die auf ihrer Wanderung durch den Weltenraum in die ausgebreiteten Nebelwolken eindringen, und deren Bewegung naturgemäß hier durch den Widerstand, den sie finden, vermindert wird. Selbst im Innern schon erloschener Sonnen herrscht nach Arrhenius eine so gewaltige Temperatur, daß die Materie, die beim Zusammenstoß solcher Sonnen in den Nebelflecken aus ihrem Innern hervorbricht, wie Explosivstoffe wirkt, die alles ringsum in wirbelnde Bewegung setzen. Wir sehen nach einer solchen Katastrophe in den Nebeln einen sogenannten „Neuen Stern" aufleuchten, wie wir solche in dem Kapitel „Die Welt der Fixsterne" beschrieben haben. Die aus dem neuen Stern explosiv hervorbrechenden Gasmassen breiten sich in dem Nebel wirbelnd aus, und es entsteht ein Spiralnebel. Später verdichtet sich die fein verteilte Materie wieder zu einem Zentralkörper, der neuentstehenden Sonne, während sich um andere Massenzentren außer ihr gleichfalls Materie sammelt und so die Planeten gebildet werden. Das so neuentstandene Planetensystem wird nach Ablauf langer Zeiträume, nachdem vielleicht seine Sonne wieder erkaltet ist, abermals in einen Nebelfleck eindringen, und hier wiederholt sich aufs neue die Regeneration der erstorbenen Weltkörpergruppe.

Wir sehen, es sind gar kühne Gedankengänge, die uns hier begegnen. Mit vielem Scharfsinn versucht die Forschung den Anfang der Welt, die Entstehung der Sonnen und Erden aus dem Chaos zu ergründen. Sie macht es sich nicht so leicht, einfach zu sagen, der Schöpfer habe das alles „am Anfang" zur Freude und zum Ergötzen der Menschheit fertiggestellt. Als Napoleon einst Laplace fragte, warum in seinem Werke über die Entstehung der Welt das Wort G o t t nie erwähnt sei, entgegnete der Gelehrte: „Sire, diese Hypothese hatte ich nicht nötig!" „Gebt mir Materie" — sagte Kant — „und ich will Euch die Welt daraus machen!" Dennoch wußte niemand besser als der große Königsberger Philosoph, daß alles menschliche Wissen nie der Weisheit letzten Schluß geben kann, und daß wir immer bleiben werden „zitternde Vögel im Weltenbaum!" — — — — —



Um umzuschaffen das Geschaffne,
Damit sich's nicht zum Starren waffne,
Wirkt ewiges, lebend'ges Tun.
Und was nicht war, nun will es werden,
Zu reinen Sonnen, farbigen Erden,
In keinem Falle darf es ruhn.

Es soll sich regen, schaffend handeln,
Erst sich gestalten, dann verwandeln;
Nur scheinbar steht's Momente still.
Das Ewige regt sich fort in allem,
Denn alles muß in Nichts zerfallen,
Wenn es im Sein beharren will.

Goethe.

Die Lebensgeschichte der Sterne

Harzwanderung. Des Försters Lieblingsstern. Von kurzlebigen und langlebigen Geschöpfen. Wie einem göttlichen Wesen das scheinbar unbewegliche und ewige Sternenheer erscheinen würde. Von jungen und alten Sternen. Werdegang einer Sonne; ihr Aufleuchten, ihr Erblassen und Erkalten. Entwicklung eines Planeten. Urmeer und erste Kontinente, Berg und Tal. Das große Rätsel vom ersten Leben. Vom Ende der Welt. Auferstehen im Weltenraum. Kreisläufe immer höherer Ordnung. Die Materie ist unzerstörbar. Der Mensch als Wahrheitssucher. Die Grenzen unserer Erkenntnis. Schlußwort.

Bei Sternenschein wanderten wir über die verschneiten Höhen des Harzes. Früh war die Sonne zur Ruhe gegangen; ein roter, dunstiger Ball versank sie wie ein phantastisches, brennendes Schiff mit zerflatternden grauen Wolkenfahnen im Eis- und Schneemeer der weiten, weiten Ebene. Ein seltsam trüber, rosenroter Schein lag auf dem weißen Wintertuch der alten Erde, dann erstarb auch der, und ein violettes Licht schien Erde und Himmel zusammenzuweben. Schwarz ragten die Tannen hinauf in die dunkelnde Höhe, und ein Schweigen ging durch den lieben, alten Forst. Schnell erlosch der Dämmerschein, und in der reinen Luft der Berge glänzten die Sterne hell und klar, wie nur der Winterhimmel sie leuchten läßt, hier, in freier Natur, fern von der lauten, der dunstigen Stadt da drunten in der Heimat.

Und nun schritten wir — der alte Förster und ich — über den harten Schnee. Flackernd huschte das rote Licht der Laterne vor uns her, und dann und wann knackte in klingendem Frost ein Ast im dunklen Tann. Und

der Alte an meiner Seite, mit Reif im Bart, mit Reif des Alters und Reif des Winters, spricht von diesem und jenem; von Frohem und Ernstem in Tann und Gehege, und wie er schon als Kind diese Höhen durchschritten und auf ihnen demnächst zu enden hofft; — und plötzlich faßt er meinen Arm, und aus der Waldlichtung heraustretend, wo sich weit die Ebene unten dehnt und das Firmament sternbesäet vor uns liegt, deutet er auf den funkelnden Sirius, der wie eine reine, leuchtende Flamme drüben emporsteigt, so klar, wie ich ihn nie gesehen. „Den da" — sagt er — „den sah ich als Kind schon immer. Mein Lieblingsstern! Ich bin alt und steif geworden, er aber ist der alte, derselbe geblieben, und wird es noch sein, wenn ich nicht mehr über diese Höhen wandere. Ist er ewig, war er immer? Sie haben ja die Sterne studiert; davon müssen Sie mir erzählen. Davon hör' ich gerne, er ist mein Wandergesell seit Jugend auf, aber er ist glücklicher als ich, dessen Bahn nun bald abgelaufen sein wird!"

Und es war mir, als ob der knorrige Alte an meiner Seite eines Trostes bedürftig wäre, wie er den beneidete, der ewig mit flammendem Auge diese Höhen überstieg; und weiter und weiter über den klingenden Schnee durch die Winternacht schreitend, erzählte ich vom Leben der Sterne.

Wie seltsam, daß der Mensch doch alles Geschehen um sich her nach der Zeitspanne bemißt, die sein eigenes Sein und Werden ausmacht! Ich erinnere mich, als Kind trübselige Betrachtungen darüber angestellt zu haben, daß ein Maikäfer nur wenige Wochen des Lebens sich erfreuen könne. Und doch durchlebt der braune Geselle in dieser kurzen (will sagen uns kurz erscheinenden) Zeit all das, was auch des Menschen äußeres Sein bestimmt. Wenn dieses Geschöpf überhaupt denken könnte, und wenn es einen Zeitbegriff hätte, so würde es vielleicht auch alles nach seiner eigenen Daseinsuhr bemessen, und den Menschen, der sich in den wenigen Wochen nicht verändert, für „ewig" halten; ist doch im Leben des Maikäfers der Tag das, was im Leben des Menschen ein Jahr, ja deren mehrere sind! Dennoch aber ist so ein Maikäfer ein Methusalem gegenüber der Eintagsfliege, die nur einen Sonnenaufgang erlebt, und für die sich der ganze bunte Traum des Lebens, Geburt und Jugendzeit, Lieben, Gebären, Leben und Sterben in rasender Schnelligkeit abrollt. Für sie ist der Maikäfer der Langlebige! Der Mensch, der fünfundzwanzigtausendmal älter wird als sie, würde ihr wohl so ewig, so unveränderlich erscheinen wie uns die Sterne. — Wir aber stehen staunend und blicken ehrfurchtsvoll empor zu den zweitausendjährigen Riesenbäumen Kaliforniens, die schon waren, als der große Nazarener mit seiner Religion der Liebe noch nicht auf Erden wandelte!

Was sind Jahre, Jahrtausende im Strome der Ewigkeit! Machen wir Augenblicke zu Jahrhunderten, Sternenweiten zu Armeslängen, Weltkugeln zu Staubpartikelchen, wie wir sie im Sonnenschein durch unser Zimmer schweben sehen, und wir haben einen Weltenraum, ein Universum, wie es

dem Wesen erscheinen würde, das Jahrmilliarden lebte, einem Riesenwesen, das in das Universum hineinblickt wie wir in das Getriebe der Stäubchen, die das Zimmer durchwirbeln. Dann sähen wir, wie die Sterne, die uns so unveränderlich, so unbeweglich scheinen, hin- und hereilen, auftauchen und untertauchen. Wir sähen dort welche in Dunkel versinken, hier neue aufblitzen, ein ewig wallender, bewegter Strom von Welten.

Und wie in der Bewegung, so auch im Aussehen der Sterne! Alle Veränderungen gehen dem „kurzlebigen" Menschen verloren, und erst die Forschung zeigt den wahren Sachverhalt und zerstört die Sage von der Ewigkeit der Sterne. — Wir finden Sterne der verschiedensten Konstitution am Himmel, und die fortschreitende Erkenntnis hat gelehrt, daß wir es hier mit verschieden weit entwickelten Weltkörpern zu tun haben, mit jungen und alten Sternen, mit werdenden, vollentwickelten und absterbenden, genau so, wie wir im Walde Bäume jeden Alters antreffen, vom zartesten Pflänzchen bis zum sterbenden, morschen Riesen. So ist es denn heute möglich, in großen Zügen die Lebensgeschichte eines Sternes zu schreiben. Freilich Anfang und Ende verlieren sich — wie so oft in der Forschung — im Dunkel. Wir wissen nichts darüber; wie denn all unser Wissen Stückwerk ist, ein im Fluge erhaschter Lichtstrahl, der durch die dichten Schleier fiel, die das ewig Gewaltige, unendlich Erhabene umgeben.

Mehr und mehr gewinnt die Annahme Boden, daß jene mächtigen Gaswolken, die wir im fernen Raum schweben sehen, den Keim darstellen, aus dem sich die Sterne entwickeln. Wir wissen nicht genau, welcher Art die Materie ist, die diese Nebelmassen im Himmelsraume zusammensetzt, aber es ist bekannt, daß leuchtendes Wasserstoffgas dabei eine wichtige Rolle spielt, und es ist zu vermuten, daß wir hier die Materie der Welt in ihrer einfachsten Form vor uns sehen. (Abb. 309.) — Aber die Naturkräfte und Naturgesetze wirken auch in diesen weltenfernen Gaswolken wie hier bei uns! Die Gasmasse verdichtet sich mehr und mehr, sie zieht sich auf einen immer kleineren Raum zusammen. Hat diese Verdichtung der Nebelmasse einen gewissen Grad erreicht, so beginnt die Materie stärker aufzuleuchten, und aus der ehedem matten, formlosen Wolke ist ein rundlicher, hellerer Gasball geworden. Solche Gasbälle sehen wir in der Tat im Himmelsraum; es sind werdende Sterne, werdende Sonnen.

Und eines Tages — vielleicht nach Jahrmillionen, denn in der Lebensgeschichte des Sternes haben Jahrhunderte den Wert von flüchtigen Augenblicken — ist in der zunehmenden Zusammenziehung des Gasballes und der damit verbundenen Wärmesteigerung der Moment eingetreten, wo aus der nur schwach leuchtenden Gaskugel eine weithin durch den Raum strahlende Sonne geworden ist. Die Gasmassen sind in starker Verdichtung und so in heller Glut. Ein Stern wurde geboren, er beginnt, aus dem Dunkel des sozusagen embryonalen Zustandes heraustretend, seine Sonnen-Laufbahn.

Die junge Sonne leuchtet mit noch mäßiger Glut als „roter Riesenstern" (siehe die eingehende Schilderung Seite 399 bis 402), sie wird in jahrmillionenlanger Entwicklung zum immer heißer werdenden gelben, endlich zum weißen Stern, um schließlich nach Aberjahrmillionen den Kältetod zu sterben, langsam kälter zu werden, zu verlöschen. All die Erscheinungen, die wir in einem einzigen Augenblick in dem in heller Weißglut vom Amboß

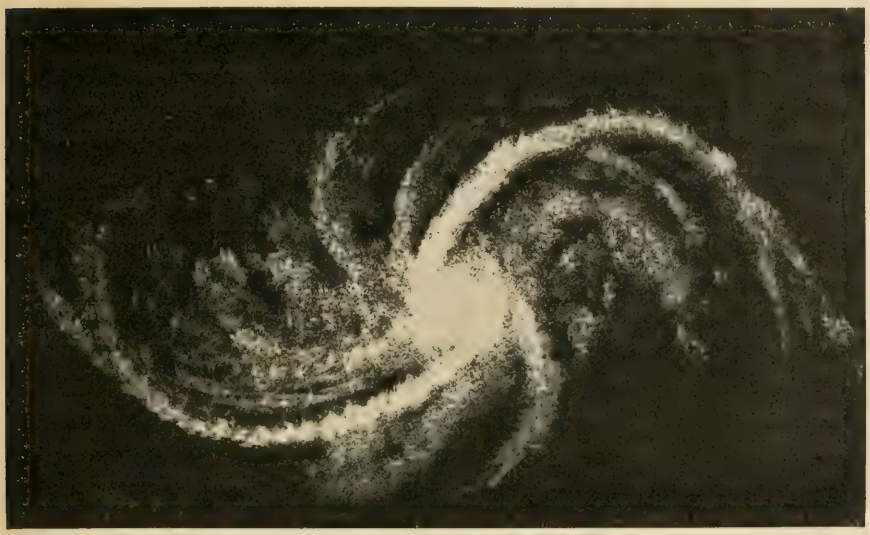


Abb. 308. Entstehung eines zweiarmigen Spiralnebels
Nach Chamberlin-Moulton.

des Schmiedes absprühenden Funken sehen, vollziehen sich im Laufe ungeheuer langer Zeiträume auch an dem Stern! Sein Licht wird gelb, dann orange, rötlich und endlich mattrot, wie das einer verglimmenden Kohle. Solcher gelben und roten Sterne kennt der Astronom gar viele, und in den roten sehen wir absterbende, greisenhafte Sonnen!

Bei diesen Sternen beginnt die oberste, der Kälte des Weltenraumes am stärksten ausgesetzte Schicht endlich langsam flüssig, glühendflüssig zu werden. Die Stoffe verbinden sich zu jener einstweilen noch wogenden Magmamasse, die später die erste dunkle Gesteinsrinde um die Sonne bildet. So entstehen endlich die ersten, festen Schlacken, die ersten noch auf dem Glutmeer schwimmenden Teile der festen Oberfläche, und in der Tat zeigt uns das veränderliche Licht bei manchen roten Sternen, daß hier bereits dunkle, feste Teile vorhanden sind. — Endlich aber erlischt die Sonne ganz! Ein Sternlein verschwindet dem Auge am Firmament; es ist gestorben und treibt als dunkler Ball durch die Wogen des Raumes. Auch solche „dunklen Sterne" kennen wir, und es ist ein Triumph der modernen Astronomie, sie nachgewiesen zu haben.

Auch die Erde, die anderen Planeten und unser Mond waren einmal kleine glühende Bälle, wenn sie auch niemals die Hitze und die Leuchtkraft der Sonnen erreichten. Langsam kühlten auch sie sich ab und umgaben sich mit dunklen, starren Kruſten. Die Erdkugel wäre ein toter, lebloſer Geſteinsball, wenn ſie nicht zufällig in der Nähe eines leuchtenden Geſtirns, der Sonne, ihren Platz hätte, die ſie mit Licht und lebenzeugender Wärme verſorgt.

Endlich einmal muß aber auch unſer Sonnenball zu einem licht- und wärmeloſen Geſteinskörper werden, und dann treibt die Erde, auf der alles Leben ſofort erſterben würde, wenn jener große Feuerherd dort droben erkaltete, als ein geſpenſtiſches Wrack durch die Tiefen des Raumes. Ob die Lebensdauer der Sonne 2000 Millionen Jahre beträgt, wie ein franzöſiſcher Forſcher berechnet hat, ob die Zahl der Jahre, die ſozuſagen den Sterbetag dieſer ganzen Weltkörpergruppe, die wir unſer „Sonnenſyſtem" nennen, darſtellt, doppelt oder dreifach ſo groß ſein kann, das alles iſt für unſere Betrachtungen nebenſächlich; ſie lehren nur eins: daß der Moment der vollkommenen Erkaltung der Sonne, der den Tod des ganzen Planetenſyſtems nach ſich ziehen wird, ſicher eintreten muß.

Wir haben in großen Zügen die Lebensgeſchichte eines Sternes verfolgt, wir haben geſehen, wie aus der Nebelmaterie durch Verdichtung der Gasball entſtand, wie er aufleuchtete, wie ſein Licht und ſeine Wärme aufgezehrt wurden infolge der unabläſſigen Ausſtrahlung, und wie endlich eine feſte Geſteinsſchicht, eine dunkle Kruſte die erloſchene Sonne bedeckte. (Abb. 278 c.)

Nun, nachdem die Temperatur des Sternes bis auf einen beſtimmten Punkt geſunken iſt, der den chemiſchen Elementen das Eingehen von Verbindungen geſtattet, bildet ſich eine Atmoſphäre, eine Lufthülle um die Weltkugel, die zunächſt außerordentlich dicht, undurchſichtig und undurchläſſig für die Strahlen der Himmelskörper, mit zunehmender Abkühlung und dem hierdurch bedingten Niederſchlagen der verſchiedenen Elemente, klar und licht wird. Der Planet Jupiter iſt eine ſolche Welt. Schon hat die einſt glühende Oberfläche eine dünne, dunkle, noch heiße Kruſte, die oft noch zerriſſen und überflutet wird, noch aber wogen all die gewaltigen Waſſermaſſen, die ſpäter einmal die Meere jener Welt bilden werden, als dichter Dampfmantel rings um das Geſtirn. Sobald die Temperatur in dieſer Lufthülle auf etwa 600 Grad geſunken iſt, werden ſich die Elemente Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu Waſſer verbinden; in jahrhundertelangen ungeheuren Regengüſſen wird ſich aus der Atmoſphäre Waſſer niederſchlagen und auf das noch heiße Land, die Urkruſte des erloſchenen Sternes, ziſchend und zunächſt wieder verdampfend, niederpraſſeln. Das erſte, noch heiße Urmeer entſteht! — Gewaltige Zuſammenſchiebungen, Hebungen und Senkungen der rieſigen Schollen in und auf der ſteinernen Rinde des Sternes

setzen ein. Langsam, ein Jahrmillionenwerk, heben sich aus dem Urmeer die Schollen empor, die das Festland bilden, senken sich die endgültigen Becken der Ozeane. — Die lösenden Wasser der Urmeere nagen und waschen das Gestein, gegen das die Wellen unablässig branden, aus, sie schlämmen langsam im Laufe großer Zeiträume Schichten ab und schwemmen sie als feinen Sand an anderen Stellen an, so die lockeren Erdschichten bildend, auf denen später das Leben Wurzel schlagen kann. Und die Abkühlung schreitet unablässig vorwärts, sie verursacht Spannungen, Pressungen in der steinernen Haut des Sternes, diese faltet sich da und dort, hebt sich hier empor, sinkt dort auf entstandene Hohlräume zurück: Gebirge und Täler entstehen. Wie sich die Haut eines eintrocknenden Apfels in Falten legt, runzlig wird, da sie nun für den schrumpfenden Kern zu groß geworden ist, so muß auch die steinerne Haut eines Weltkörpers, die feste Kruste, die sich aus den obersten, erstarrten Massen des Glutmeeres bildete, faltig werden, wenn sich bei fortgesetzter Abkühlung des Sternes dessen Kern verkleinert. Diese Falten und Runzeln in der Haut des Weltkörpers, diese Erhöhungen und Vertiefungen sind die Berge und Täler, sind die mächtigen Mulden, in denen sich die Wasser der Ozeane sammeln, die gewaltigen Höhenzüge, um deren Gipfel die Wolken schweben. Luft und Wasser, Wind, Hitze und Frost fressen am Gestein der Berge, zermürben es, tragen es zu Tal als Staub, Sand, Schlamm, Geröll, füllen Tiefen, tragen ganze Berge ab und bilden in der Ebene das Erdreich, auf dem Flora ihr buntes Reich errichten kann, wenn ihr die anderen Götter hold. Häufig durchbricht noch in der ersten Zeit das glühende Innere die Kruste, Vulkanberge werden gebildet, mächtige Lavafelder aufgeworfen, immer mehr nimmt der einst heiße Weltball den Charakter eines „Erdensternes" an.

In diesem Zustande wird der Stern reif werden, organisches Leben zu beherbergen, wenn in seiner Nähe eine Sonne, ein wärmender und leuchtender Himmelskörper vorhanden ist. Ohne diesen wird das Gestirn nie dieses größte und bedeutungsvollste Stadium, Träger des Lebens, vielleicht Träger denkender Wesen zu sein, erreichen.

Wir sehen, daß es von eminenter Wichtigkeit ist, ob ein solcher erloschener Stern Anschluß an eine noch leuchtende Sonne findet oder nicht. Wandelt er einsam durch das Universum, so wird er ohne Licht und Wärme ein toter, starrer Gesteinskoloß bleiben, bildet er aber mit einem anderen Gestirn zusammen eine Doppelsonne, und ist seine zweite Sonne noch leuchtend, so mag hier, wie auf den Planeten, die die Sonne umwandeln, Leben sich entwickeln.

Leben! Hier setzte das größte Wunder ein, das uns im Kreise der Natur gegenübertritt; hier ist die dunkle Grenze, die wir bisher nicht überschreiten konnten. Was ist Leben, wie entstand, wie entsteht das erste Leben auf einem Weltkörper? Wir verfolgten, wie sich aus dem Urnebel die Sterne

bildeten, wie die Sonnen wurden und verglühten, wie eine dunkle, feste Kruste den erloschenen Weltball umgab, wie Meer und Land, Berg und Tal entstanden. Nur die leblosen unorganischen Massen betrachteten wir in ihrem Aufbau; den toten Stein, das ewig arbeitende Wasser, die wirbelnden Gase und das zerstörende Feuer beobachteten wir in ihrem anscheinend planlosen, unharmonischen, wenn auch gewaltigen Tun. Welcher unendliche Zwischenraum liegt aber zwischen diesen durch bestimmte Lagerungen der Urmaterie entstandenen leblosen Dingen und den lebendigen Geschöpfen mit ihren hochentwickelten Organen! Welcher unüberbrückbare Unterschied zwischen dem toten Stein, und selbst den auf der untersten Stufe stehenden Lebewesen, die, sich ernährend und fortpflanzend, den Kampf ums Dasein führen!

Diese beiden großen Provinzen im Reiche der Natur, das Organische und das Unorganische, sind so grundverschieden, daß wir kein verbindendes Glied zwischen ihnen entdecken können; sie stehen einander so schroff gegenüber, daß der Mensch schon von Jugend auf, solange sein Verstand die ihn umgebenden Dinge noch nicht zu klassifizieren vermag, diese beiden Extreme instinktiv ganz verschieden behandelt.

Wir wissen heute, daß sich die Lebewesen aus allerprimitivsten Formen zu immer höheren, immer komplizierteren, im Laufe vieler Jahrmillionen auf Erden entwickelt haben. Je älter die Gesteinsschichten der Erdrinde sind, die wir durchforschen, je einfacher werden die Tier- und Pflanzenformen, und die einfachsten, niedersten, tiefstehendsten organischen Geschöpfe sind, wie die Amöben, die sich in jedem Tümpel entwickeln, formlose Protoplasmaklümpchen*) ohne besondere Organe, ohne feste Gestalt; eine Gallertmasse. Wir können beobachten, wie ein solches Wesen sich einfach teilt, in mehrere Körper zerfällt, wenn es eine Größe erreicht hat, die vielleicht dem Bestande des Ganzen nicht dienlich ist, und aus dem einen Gallertklümpchen sind zwei geworden; ein unendlich vereinfachter Zeugungs- und Geburtsakt. Und das Neuentstandene ist wie das Urwesen, ohne vorn und hinten, Kopf und Rumpf, ohne Bewegungs-, Verdauungs-, Fortpflanzungs- oder Sinnesorgane. Lebende Substanz! Und dennoch ist in diesen primitivsten Lebewesen irgend etwas unseren Mikroskopen nicht Erkennbares, unserer chemischen Analyse, unserem Nachdenken nicht Erreichbares, das es von einem beliebigen toten, vielleicht künstlich erzeugten Gallertklümpchen unterscheidet und eben zu einem Lebewesen macht. Man kann es verstehen, wenn manche Forscher wieder und wieder darauf zurückkommen, daß es eine besondere „Lebenskraft" geben müsse, die dem Lebendigen in der Welt innewohne, es „beseele"; ein Standpunkt, von dem die moderne Wissenschaft mehr und mehr abrückt, die Lebenstätigkeit als ein kompliziertes Ineinandergreifen von chemischen und physikalischen Kräften, wie sie auch überall in der „toten" Natur anzutreffen sind, erklärend.

*) Das Protoplasma besteht der Hauptsache nach aus Eiweiß.

Entstand das Lebende aus dem Toten? Kann Organisches aus Unorganischem gebildet werden, oder ist hier die Hand eines Allmächtigen, des Schöpfers der Welt unzweifelhaft erkennbar? Hier stürmen tausend Fragen auf uns ein, die zurzeit alle noch unbeantwortbar sind, vielleicht nie beantwortet werden können. Was will es sagen, wenn zuweilen hervorgehoben wird, das Leben könne von anderen Weltkörpern zu uns gelangt sein, niederste Lebensformen, Bakteriensporen können, wenn sie in der Atmosphäre eines Weltkörpers schweben und in sehr große Höhen gelangen, durch den Druck der Sonnenstrahlung in den Weltenraum hinausgetrieben werden und schließlich auf der Oberfläche einer anderen Welt landen und dort zur Entwicklung kommen. Das große Rätsel ist damit nicht um ein Jota gelöst worden, immer wieder fragen wir nach dem Ursprung des Lebens, ob es nun auf einem Planeten des Sirius oder auf einem Planeten jenseits der Milchstraßensterne entstand.

Höher und höher kann sich unter günstigen äußeren Bedingungen das Leben entwickeln und endlich in einem Wesen gipfeln, das — wie wir es auf Erden sehen — den Stern selbst beherrscht, über sich selbst, über seinen Weltkörper, ja über das ganze Universum hinauszudenken vermag. Aber das Leben ist von äußeren Verhältnissen abhängig; erkaltet langsam die Sonne, die den belebten Stern mit Licht und Wärme versorgt, so wird das Leben langsam wieder verkümmern müssen. Lange vordem aber wird die einst lebensvolle Welt schon die Grundbedingungen für die Entwicklung alles Organischen verloren haben. Es scheint nach unserem bisherigen Wissen als ob Luft und Wasser auf allen Sternen mehr und mehr versiegen. Der Mars, der heute eine an Wasser und Luft arme Welt ist, der Mond, der von beiden Elementen nicht eine Spur mehr besitzt, sie kennzeichnen den Weg der Entwicklung. Am Ende steht — wie überall im Weltgeschehen — der Tod und das Schweigen. — Nun hat der Weltkörper — vom menschlichen Standpunkte aus — seine Rolle ausgespielt; ein starres, kaltes, totes, gespenstisches Wrack, treibt er im uferlosen Meer des Raumes.

Aber endlich einmal müßten doch sämtliche Sterne, all die unzähligen Millionen Sonnen, die das Universum füllen, erloschen sein, und wenn es gleich unausdenkbar viele Millionen von Jahren dauerte; dann aber wäre offenbar der Stillstand, das „Ende der Welt", in des Wortes universellster Bedeutung da. Kein Stern schimmerte mehr in den endlosen Räumen, kein Planet wäre bewohnt, kein einziges Auge lebte in dieser Nacht der Unendlichkeit.

Schon der Umstand, daß davon bis jetzt nichts zu bemerken ist, daß unzählige Sonnen am Himmel leuchten, muß uns stutzig machen. Ist die Welt ein endliches, ein erschaffenes Ding, das begrenzt ist und einen Anfang hatte, dann freilich muß sie auch ein Ende haben, muß sie einst wie ein ablaufendes Uhrwerk zum Stillstand kommen. Ist sie aber jenes ewige,

zeitlich und räumlich Endlose, dann muß es ein „Auferstehen" im Weltenraum geben; dann müssen auch die erloschenen Sonnen einst wieder zu neuem Leben, zu neuer Glut erwachen. Unsere modernen philosophischen und naturwissenschaftlichen Spekulationen scheinen den Schluß zuzulassen, daß die Welt in der Tat ein ewiges, ein unendliches Gebilde ist (wenn man das „All", das Allumfassende, das alles Seiende, ein Gebilde nennen darf), in dem nichts stirbt und untergeht, sondern alles in Kreisläufen zu immer höheren und höheren, immer zweckmäßigeren und vollkommeneren Formen aufstrebt. Die neueren kosmogonischen und astronomischen Forschungen zeigen, daß solche erloschenen Sterne bei ihrer Wanderung durch den Weltenraum mit anderen dunklen Sternen zusammenstoßen (höchstwahrscheinlich in den großen Nebelwolken, die überall im Weltenraum schweben und in denen sich, wie es scheint, Weltkörper allerart fangen, wie Insekten in einem Spinngewebe), und daß aus dieser mit ungeheurer Kraft erfolgenden Vereinigung zweier Welten eine neue geboren wird. Die beim Zusammenstoß urplötzlich aufgehobene Bewegung der riesigen Bälle setzt sich in Wärme um; wie vom Amboß unter den wuchtigen Schlägen des Schmiedes Funken sprühen, so geraten die beiden Welten in höchste Glut, sie erglühen und versprühen, sie verwandeln sich in glühende Gase, in leuchtende Nebel, in denen die Atome in heftigster Bewegung sind. An den sogenannten „neuen Sternen", die zuweilen plötzlich am Firmament aufleuchten (siehe das Kapitel „Die Fixsterne"), haben wir die geschilderten Vorgänge deutlich verfolgen können; hier hatten wir auferstandene Sonnen vor uns. Vom Nebelball zum Nebelball! Es schließt sich der Ring! Aber bei der Auferstehung hat sich nun die Energie, die Masse und die Kraft zweier großer Körper vereinigt; ein neuer Kreislauf beginnt mit neuen und höheren Kräften. Ob wohl auch für uns ein solches Auferstehen kommen mag zu einem höheren Kreislauf?

Vergänglich ist des einzelnen Tun und Wirken, vergänglich ist auch die größte Sonne am Firmament, aber nichts in der Welt vergeht spurlos, nicht das kleinste Teilchen im unendlichen Weltgetriebe geht verloren, alles und jedes, scheint es uns auch verweht und vergangen, Atome und Kräfte, Gedanken und Taten leben fort. Gedanken und Taten sind an die Materie gebunden, sind wahrscheinlich nur bestimmte Äußerungen der das Gehirn, den Körper des Menschen zusammensetzenden Materie, und die Materie ist unzerstörbar. Sie ist unzerstörbar allüberall, auch in den letzten Tiefen des Universums, zu denen keines unserer Fernrohre dringt, von denen wir nur ahnen können. Sie ändert ihre Form, sie löst sich aus der Kette, wenn der Mensch, das Tier, die Blume, der Stern „stirbt", aber sie ist ewig da, gliedert sich anderen Ketten an, lebt fort bis in alle Ewigkeit. Nur die Form läßt sich töten, nicht das ewig Seiende selbst, die Kraft, die das Schneckenhaus wie Sonnenströme schafft! —

Abb. 309. Der große Nebel im Orion

Photographiert von Prof. Ritchey mit dem großen Fernrohr der Yerkes-Sternwarte

Der Mensch, der kleine Gott der Erde, gebunden an dieses Sternlein, das ihm die große, die unendliche Natur zum Wohnsitz gab, er stürmt mit seinen Gedanken weit hinaus in die unermeßlichen Sternenräume, er grübelt und forscht über das Wollen und Werden, über das Woher und Wohin, über Anfang und Ende alles Seienden nach und sucht in der engen Stirnhöhle das ganze Universum mit seinen Milliarden Sonnen zu fassen, zu begreifen, zu erklären. Hier klafft der große Widerspruch, den wir wohl in nachdenklicher Feiertagsstimmung, wenn des Werktages Unrast uns geflohen, kopfschüttelnd erwägen! Dieses Menschlein, das sein eigen Besitztum, das kleine Erdenrund, nicht zu verwalten vermag im Sinne der großen, sich harmonisch entwickelnden Natur, das seit Jahrtausenden den kleinlichen und blutigen Kampf kämpft mit sich und seinesgleichen, das unter tausend selbstgeschaffenen Ungerechtigkeiten seufzt, und am Ende seines kurzen Daseins müde das Haupt über des Lebens Unverstand schüttelt, und seiner Staubwerdung harrt, es langt sehnsüchtig nach den Sternen und wendet allen Scharfsinn auf, ihr Werden und Vergehen zu erkennen. Es liegt eine frappierende Größe in diesem vor dem Allergewaltigsten nicht zurückschreckenden Forscherdrang des Erdbewohners, aber es ist schwer zu verstehen, weshalb die Menschheit die bei Erforschung der Natur gewonnenen großen Gesichtspunkte nicht logischer zur Verschönerung, zur Erhöhung des eigenen kleinen Kreises heranzieht, weshalb sie nicht, erkennend wie klein und vergänglich das eigene Leben ist, nach großen und erhabenen Gesichtspunkten ihre eigenen Geschicke lenkt, die Erde in einen Garten Eden verwandelnd, dem Wahren, Schönen, Guten geweiht!

Und die Unzulänglichkeit menschlichen Denkens und Handelns überlegend, fragen wir uns wohl, ob das große Weltbild, das der Mensch sich geschaffen, richtig ist, ob seine Verstandeskräfte überhaupt ausreichen, das All zu begreifen, zu erklären. Die größten Denker aller Zeiten haben sich mit diesem Problem beschäftigt, haben die Bremse der Kritik an das menschliche Denken gelegt. Liegt nicht der Gedanke nahe, daß das menschliche Hirn, ein unendlich winziges Teilchen der Weltmaterie, selbst etwas Gewordenes, Entwickeltes, wohl nicht imstande sein wird, die unendliche Welt in all ihren Höhen und Tiefen zu begreifen?! Sind wir Menschen nicht selbst, wie unsere Anthropologen uns beweisen, in langsamer Umwandlung und Weiterentwicklung begriffen mit allen unseren Organen?! — —

In einer dunklen, von der Außenwelt abgeschlossenen Höhle lebt ein Greis, ein stiller Denker, der es sich zur Aufgabe gestellt hat, all das, was da draußen vorgeht, zu ergründen. Fünf *Boten* kommen zu ihm in die Höhle, die ihm Berichte bringen über alles, was sich in der Welt zuträgt. Aus ihren Berichten baut sich jener Denker sein Weltbild zusammen, erklärt er sich die tausendfachen verwickelten Vorgänge. Wir sehen leicht ein, daß sich unser Denker nur dann eine *richtige* Vorstellung von der Welt machen

wird, nur dann ein richtiges Weltbild gewinnen wird, wenn ihm die Boten alles, was geschieht, richtig übermitteln, wenn sie die lautere Wahrheit melden, jenen Mann in der Höhle nicht irre führen und ihm nichts Wichtiges verschweigen. Und ferner wird dieser nur dann aus den Berichten der fünf Boten ein richtiges Weltbild gewinnen, wenn er seinerseits Verstandeskraft genug besitzt, das Vernommene richtig zu erfassen, es richtig mit anderem zu verbinden.

Es fällt nicht schwer, das Gleichnis zu lösen! Der Denker in der Höhle ist unser Gehirn, die fünf Boten sind unsere fünf Sinne. Nur wenn uns unsere fünf Sinne treu und richtig bedienen, wenn sie uns alles, was in der Natur vorgeht, getreulich melden, und wenn unser Gehirn außerdem vermöge seiner ganzen Beschaffenheit in der Lage ist, die Berichte der Sinne richtig aufzufassen, richtig zu verarbeiten, nur dann wird das, was wir über die Welt denken, wird unser Weltbild richtig sein können. Nun, wir wissen alle, daß unsere Sinne sehr vielen Täuschungen unterliegen, weit mehr Täuschungen, als man gewöhnlich annimmt, denn sie fallen dem, der sich nicht wissenschaftlich beschäftigt, nicht fortwährend diese uns von unseren Sinnen gelegten Fallstricke kontrollieren kann, weniger auf. Ein Beispiel nur für viele! Haben sich die Menschen nicht Jahrtausende lang von ihren Augen täuschen lassen, als sie annahmen, die Erde ruhe fest im Mittelpunkt der Welt, und Sonne, Mond und Sterne wandern um sie herum? — Ihre Augen sahen das in der Tat, wie wir es noch heute sehen, dieses Wandern der Sterne von Ost nach West, diesen Aufgang und Niedergang! Eine ungeheure, folgenschwere optische Täuschung, die eine vollkommen falsche Weltanschauung erzeugte und fest in den Hirnen verankerte, bis ein Kopernikus den Geist und den Mut fand, sie zu zerstören! — Außerdem ist es in hohem Maße wahrscheinlich, daß es mancherlei gibt, das unseren Sinnen vollkommen unzugänglich ist, daß Dinge oder Kräfte in der Natur vorhanden sind, an denen wir gleich einem Blinden vorübergehen, weil wir kein Organ haben, sie zu erkennen. Man denke nur daran, daß wir von jener so außerordentlich mächtigen Kraft, die sowohl in der Natur wie heute im Leben des Menschen eine so wichtige Rolle spielt, von der Elektrizität, lange Zeit keine Ahnung hatten, denn sie macht sich unseren Sinnen nicht ohne weiteres bemerkbar, sie tritt erst für uns in die Erscheinung, wenn sie sich in Licht, Schall oder sonst eine unseren Sinnen wahrnehmbare Kraft umgewandelt hat. Ferner aber sind uns die Gesetze des Denkens, ist uns die Art und Weise, nach der unsere Denkmaschine arbeitet, vollkommen unbekannt. Der innere Vorgang des Denkens, das Zustandekommen der aus allerlei Wahrgenommenem aufgebauten Schlußfolgerungen, ist uns vollkommen rätselhaft, ja wir sind nicht einmal in der Lage, anzugeben, wie aus den verschiedenen Reizen, die die Sinne dem Gehirn zutragen, hier Wahrnehmungen, Empfindungen werden. Wir kennen nicht

einmal die Mechanik dieses Webstuhles, mit dem wir den Teppich unseres Weltbildes weben! —

In einer sehr berühmt gewordenen und viel umstrittenen Festrede über die „Grenzen des Naturerkennens“ hat einmal der Berliner Physiologe Dubois-Reymond gesagt, daß es nie gelingen werde, diese Grenze unseres Wissens zu überschreiten. Und wenn der Mensch einst selbst imstande sein werde, die Stellung und Bewegung all der vielen, das Gehirn zusammensetzenden Teilchen genau zu sehen und zu berechnen, wenn es, wie Dubois-Reymond sagt, selbst einmal „eine Astronomie des Gehirns“ geben sollte, die über die Bewegung der Gehirnteilchen genau so orientiert ist wie der Astronom über die Bewegung der Gestirne über uns, immer und immer wieder wissen wir dann nicht, weshalb bei bestimmter Stellung der Teilchen dieser, und weshalb bei anderer Stellung jener Gedanke zustandekommt. Wie mechanische und chemische Veränderungen in unserem Hirn Geistiges erzeugen, das ist das Rätselhafte! — So wissen wir in letzter Linie gar nicht, ob die Welt, wie wir sie sehen, wie sie uns erscheint, in Wahrheit besteht, ob sie nicht nur ein Produkt unseres Gehirns ist. Wir wissen nicht, ob ein anders veranlagtes Wesen ein ganz anderes Bild von der Welt hätte. Immanuel Kant, der große Königsberger Philosoph, hat in seiner „Kritik der reinen Vernunft“ den Gedanken dahin formuliert, daß er von einem „Ding an sich“ spricht, das dem von uns wahrgenommenen zugrunde liegt, aber in Wahrheit etwas ganz anderes ist als das, was es unseren Sinnen, unserem Gehirn erscheint. Die Dinge der Außenwelt sind zwar in Wahrheit vorhanden, aber was uns als Pflanze, als Stein, als Sonne erscheint, ist als Ding an sich, als wirklich Wirkliches, vielleicht etwas ganz anderes.

Es wäre töricht, sich durch diese Unzulänglichkeit menschlicher Erkenntnis entmutigen zu lassen. Wohl werden wir den letzten Urgrund aller Dinge nie erfassen können, aber die Summe des Wissens wächst und wächst dennoch erstaunlich an, wie ein Blick zurück auf vergangene Jahrhunderte erkennen läßt. Nur vor einer Überschätzung unseres Wissens sollen uns diese Betrachtungen warnen; eine gewisse Bescheidenheit ist trotz aller Erfolge der Wissenschaft am Platze. Die Welt ist uns noch immer voller Rätsel, wird es ewig sein. Das innerste Wesen, der Zweck der Welt, ihr Ursprung bleibt eine ewig ungelöste, unlösbare Frage für menschliches Wissen. Die Naturwissenschaft und die Philosophie können hier nichts ermitteln, aber auch andere Geistesrichtungen, die da glauben, hier etwas Positives zu wissen, können es nicht. — Verborgen hinter undurchdringlichen Schleiern liegen die Mysterien der Welt, und niemand vermag hinter den Vorhang zu treten, der das Wahrnehmbare von dem ewig Verborgenen, Unerreichbaren scheidet.

*

Weiter und weiter wanderte ich mit dem alten Förster über die verschneiten Höhen. Der Wolkenvorhang hatte das Welttheater verschlossen, verloschen waren die Sterne wie ein Feuerwerk, und nun fielen Millionen andere herab, zierlich aus Kristall gewordenem Wasser geformt. Sie tanzten vor uns her im Schein der Laterne, sie hingen dem Alten im grauen Bart und zerflossen von seinem Hauche. Still hatte er meinen Worten gelauscht, nun nickte er bedächtig mit dem Kopfe, und nachdenklich sprach er, während wir hinabstiegen zum Tal, wo drunten aus den Häuschen freundlicher Schimmer drang: „Als Sie so sprachen, war mir, als hätte ich selbst die Welt werden und entstehen sehen, und alle Rätsel schienen mir gelöst, und sehe doch nun, daß jene letzten großen Fragen, nach deren Beantwortung wir alle Sehnsucht haben, aus wissenschaftlichen und aus rein menschlichen Gründen nicht zu lösen sind. Der Zweck der Welt und der Zweck unseres eigenen kleinen Daseins liegt verborgen. Mir scheint, der Mensch kann nichts Besseres tun, als in seinem kleinen Kreise der Vollendung zustreben, dem, wie Sie sagten, das große Unermeßliche selbst zustrebt. In seinem engen Kreise das Gute wollen, das Rechte anstreben als ein verschwindender Teil des Unendlichen, scheint mir der Zweck des Daseins."

Fritz v. Uhde: Der Stern der Verheißung Phot. Hanfstaengel

Bruno H. Bürgel

Vom Arbeiter zum Astronomen

Die Lebensgeschichte Bruno H. Bürgels
Mit einem Bildnis
Kartoniert 1.— Gm.
45. Tausend

*

Menschen untereinander

Ein Führer auf der Pilgerreise des Lebens
In Halbleinen 3.— Gm.
20. Tausend

*

Im Garten Gottes

Wandertage und Plauderstunden eines Naturfreundes
In Halbleinen 4.50 Gm.
10. Tausend

*

Der Stern von Afrika

Eine Reise ins Weltall. Roman
In Halbleinen Gm. 3.—
19. Tausend

*

Gespenster

Ein Roman über das Unbekannte
Geb. Gm. 3.50, in Halbleinen Gm. 4.50
15. Tausend

*

Die seltsamen Geschichten des Dr. Ulebuhle

Naturwissenschaftliche Märchen für die reifere Jugend
Mit 21 Zeichnungen von Edmund Fürst
Geb. Gm. 4.—
23. Tausend

Verlag Ullstein / Berlin